

# INFLUÊNCIA DA NEBULOSIDADE NA ESTIMATIVA DA RADIAÇÃO GLOBAL EM BELÉM

Daniel A. CARDON (1)  
Maria Gil L. MALTEZ (2)

RESUMO: Entre os métodos de estimativa da radiação global ( $R_g$ ), a fórmula de ANGSTRON ( $R_g/G_0 = a + b * S/S_0$ ), onde  $G_0$  designa a radiação que atingiria o solo na ausência de atmosfera,  $S$  a duração da insolação,  $S_0$  a duração do dia, "a" e "b" dois coeficientes empíricos a determinar, é a mais utilizada. Esse método é prático mas impreciso por causa das hipóteses nele contidas, em particular, aquela que atribui o mesmo "peso" a todas as horas de insolação, no cálculo da radiação global. Neste trabalho foi substituída a notação clássica da duração da insolação eficaz ( $S_{ef}$ ), atribuindo a cada hora o peso energético que lhe corresponde. A comparação dos dois métodos mostra que o valor do coeficiente "a" varia pouco de um método para outro e que o coeficiente "b" aparece nitidamente superestimado na fórmula clássica, o que se explica considerando a distribuição média das horas de insolação durante o dia. A metodologia adotada não apresentou a diferença esperada nos resultados. No entanto ela permitiu uma melhor compreensão sobre a natureza da relação entre a radiação global e a duração da insolação. Isto conduziu a uma interpretação dessa relação fazendo intervir a natureza da cobertura de nuvens, assim como o número de camadas encontradas.

## - INTRODUÇÃO

A obtenção da medida direta da radiação global " $R_g$ " é delicada requerendo a utilização de instrumentos caros, possibilidade de consertá-los rapidamente em caso de pane e pessoal qualificado para operá-los. Esses imperativos raramente são satisfeitos em região tropical, particularmente em regiões subpopuladas, como pe o caso da região amazônica. Assim sendo, para a radiação global é interessante utilizar uma outra grandeza, de fácil obtenção, com a qual ela está estreitamente relacionada, como por exemplo, a duração da insolação. Neste caso utiliza-se a fórmula de ANGSTRON (1924) modificada por PRESCOTT (1940):

$$R_g/G_0 = a + b * S/S_0,$$

onde  $G_0$  designa o valor que teria  $R_g$  na ausência de atmosfera,  $S$  a duração da insolação,  $S_0$  a duração do dia e "a" e "b" dois coeficientes empíricos a determinar.

Este método, cómodo de se aplicar, infelizmente é impreciso por causa das hipóteses nele implícitas. Em particular,

(1) ORSTON 213 rue de la Fayette - 75480 Paris

(2) UPPA Campus Universitário do Guamã - 66.000 Belém-Pa.

esse método atribui um "peso" idêntico à todas as horas de insolação, o que não somente aumenta a dispersão dos resultados, como também corre-se o risco de introduzir um erro sistemático se a distribuição das passagens de nuvens não for independente da hora do dia. Esse problema é conhecido há bastante tempo. Assim, RIJKS & HUXLEY (1964), analisando os dados de Kabete (Quênia) e os das estações próximas de Kabanyolo e Namulongue (Uganda), atribuem a diferença aparente de transmissividade do céu, para essas duas últimas estações à uma nebulosidade preferencial em torno do meio-dia. Entretanto, poucos pesquisadores levaram em consideração esse fato. Neste último caso, em geral, eles consideraram uma escala de tempo muito inferior à duração do dia e em seguida fizeram a soma dos resultados parciais obtidos. SCHULZE (1980), na África do Sul, obteve uma estimativa satisfatória da radiação global analisando a tira do heliôgrafo por períodos de 20 minutos que eles considera completamente ensolarado ou totalmente nublados e aos quais ele aplica um modelo instantâneo de radiação global que leva em consideração a altura do sol. BIGA & RUI ROSA (1980) utilizaram para Lisboa um modelo no qual os dados baseiam-se a insolação horária e a nebulosidade, a altura do sol intervindo indiretamente nos coeficientes empregados. REVFEIM (1981), na Nova Zelândia, em um modelo bem mais sofisticado, que utiliza principalmente a altura da água precipitada, a difusão pela poeira e o fluxo radiativo extraterreno que atinge a cada hora uma superfície horizontal, se serve da informação contida na tira do heliôgrafo para determinar as frações de céu aberto e de céu coberto.

No presente trabalho, primeiramente verificou-se se a contribuição da hora de insolação era grande na estimativa de  $R_g$ . Em seguida, para corrigir esse efeito no modelo de ANGSTROM, considerou-se o método clássico de cálculo dos coeficientes dessa fórmula, substituindo-se, porém, a duração da insolação pela insolação eficaz ( $S_{ef}$ ) que atribui a cada hora o peso energético correspondente. Comparou-se então, os resultados obtidos pela fórmula clássica com os obtidos com a insolação eficaz.

## I - DADOS - MÉTODOS DE TRABALHO

Os dados e os métodos estatísticos utilizados neste trabalho foram apresentados detalhadamente por DINIZ et alii (1984), em Belém-Pa., por ocasião do Primeiro Simpósio do Trópico Úmido. Assim sendo, somente uma recapitulação do essencial será feita a seguir.

Os dados de base foram obtidos em duas estações meteorológicas próximas (menos de 2 km de distância), situadas em Belém(Pa). Na primeira, sob a responsabilidade do CPATU (Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido), foram coletadas tanto as durações de insolação como as medidas de radiação global a partir de 1981. Na segunda, sob a responsabilidade do INEMET (Instituto Nacional de Meteorologia), foram tirados os valores da radiação global, anteriores a 1981. Essas medidas correspondem a um período de seus anos (1978 - 1983), com frequentes

interrupções, o que explica o tamanho da amostra: somente 1263 pares de valores.

O método de trabalho consiste em estimar os valores dos coeficientes "a" e "b" mensais da fórmula de ANGSTROM e em seguida, por um processo estatístico, apresentado por CARDON & AMORIM NETO (1983), em agrupar os diferentes meses em um ou vários períodos. Terminada esta operação, calcula-se, para cada período, os elementos da regressão de Rg/Go em Sef/So. Os tratamentos numéricos foram efetuados no computador da DIGITAL do tipo DEC-10, da Universidade Federal do Pará (UFPA). Para o cálculo de Go adotou-se como valor da constante solar aquela aconselhada pela Organização Mundial de Meteorologia (WORLD METEOROLOGICAL ORGANISATION) na reunião de Genebra de 20 a 24 de outubro de 1980, seja  $1,367 \text{ km/m}^2$  e a duração do dia foi considerada igual ao tempo que separa duas passagens do disco solar pelo horizonte, sem levar em consideração a refração da atmosfera.

## II - INFLUÊNCIA DA VARIAÇÃO DA INSOLAÇÃO SOBRE OS COEFICIENTES DA FÓRMULA DE ANGSTROM.

Durante a estação seca, na região de Belém, o céu, frequentemente aberto, se cobre progressivamente de formações do tipo cumulus e, segundo o tamanho dessas formações, chega-se ou não à chuva do meio ou do fim da tarde. Esse esquema, muito geral, é válido para numerosos dias da estação úmida. É o que sugere o trabalho de NECHET (1984) sobre a hora do aparecimento de precipitações na região de Belém. É o que ilustra, igualmente, a figura 1, na qual representou, para dois meses da estação de chuvas e dois meses de estação seca a contribuição relativa de cada hora para a duração de insolação do dia. Na figura 2 representou-se essa mesma contribuição, mas em valor absoluto. Se se considerar meio-dia como eixo de sistema do dia, a observação das figuras 1 e 2 mostra que essa contribuição é tanto mais assimétrica quanto a média mensal da insolação é mais fraca.

Esta última constatação, sobre a influência do valor diário da insolação, foi feita de modo muito indireto, através das médias mensais. Para completar a análise, retomou-se na figura 3 o estudo da figura 2, mas considerando para cada mês, três classes de insolação:

- de 0 a 4 horas de insolação
- de 4 a 7 horas de insolação
- mais de 7 horas de insolação

Essa distribuição foi escolhida com certa arbitrariedade afim de obter classes de insolação de amplitudes próximas e a partir de dados de tamanho aceitável. Para os meses de agosto e setembro, como o número de dias fracamente ensolarados são poucos, não foi possível observar, para essa classe, a contribuição de cada hora para a insolação diária.

O exame da figura 3 e da tabela 1 mostra que existe, na estação das chuvas, dois tipos de situação: por um lado, uma maioria de dias com frequêntíssima insolação, que em média, são mais

claros pela manhã; por outro lado, dias apresentando um caráter de estação seca, com possibilidades de chuvas de convencção pela tarde; as situações intermediárias são pouco frequentes.

Ainda que o número de amostras não permita afirmar com certeza, o exame dos dias de fraca e média insolação, sugere a existência de duas populações com, na primeira, insolação no campo da manhã e, na segunda, no meio e subsistem somente os dias do segundo tipo, o que pode explicar porque os dias ensolarados desse período apresentam uma assimetria oposta àquela observada em todos os outros casos.

Parece, então, que na região de Belém, as horas de sol não são distribuídas ao acaso. Consequentemente, atribuindo-se o mesmo "peso" a cada uma delas, não somente se aumenta a dispersão dos resultados, como também corre-se o risco de introduzir um erro sistemático na estimativa da radiação global a partir da duração da insolação. Resta a determinar se esse erro é suficientemente grande para merecer ser considerado no modelo de ANGSTRÖM. Reduzindo-se a radiação global e a duração da insolação a números sem dimensões ( $R_g/G_0$  e  $S/S_0$ ), esse modelo permite se libertar do efeito da latitude e da época do ano, obtendo-se uma maior generalidade. A análise do resultado de sua aplicação na região de Belém será feita em seguida. Com o valor adotado anteriormente para a constante solar, o valor de  $G_0$  em Belém varia de 786 cal/cm<sup>2</sup> por volta de 8 de março a 913 cal/cm<sup>2</sup> em 23 de junho, ou seja, 8% em relação ao valor médio. Na figura 4 se apresentou-se para essas situações extremas a variação diária da radiação global que atinge uma superfície unitária, no topo da atmosfera. Essas duas situações parecem bem próximas, o que é normal levando-se em consideração a latitude de Belém. É evidente que uma assimetria, mesmo pequena, na distribuição das horas de sol é susceptível de provocar um erro superior a 8%. Nessas condições, parece lógico considerar a hora de insolação, se for utilizado o modelo de ANGSTRÖM.

### III - INSOLAÇÃO EFICAZ

Dividindo-se o dia em  $n$  períodos e afetando-se com o índice  $i$ , tudo que diz respeito ao  $i$ -ésimo período,  $G_i$ ,  $S_i$  e  $S_{0i}$  designarão respectivamente: a radiação global no topo da atmosfera, a duração de insolação e a duração real desse período. Chamar-se-á insolação eficaz do  $i$ -ésimo período:

$$S_{ef}^i = S^i * (G_o^i / G_o) / (S_o^i)$$

Efetuada-se a soma dos  $S_{ef}^i$  sobre todo o dia obtêm-se a grandeza  $S_{ef}$  chamada insolação eficaz diária ou simplesmente insolação eficaz.

$$S_{ef} = \sum_{i=1}^n S_{ef}^i = (S_o / G_o) * \sum_{i=1}^n (S^i / S_o^i) * G_o^i$$

Em 1980, BIGA & RUI ROSA definiram uma grandeza análoga, mas, considerando todos os períodos iguais a uma hora. Na prática, o mesmo será feito aqui, com excessão do primeiro e do último período. De fato, considerando-se a latitude de Belém, o dia foi dividido em dez períodos, dez entre eles iguais a hora e os dois períodos extremos variando ligeiramente em torno desse valor.

No cálculo de  $S_{ef}^i$  intervêm cinco termos:  $S^i$ ,  $S_o$ ,  $S_o^i$ ,  $G_o$ ,  $G_o^i$ .  $S^i$  é obtido diretamente da tira do heliôgrafo; os quatro outros termos são calculados. As fórmulas utilizadas são as de BAILLE et al. (1983). A não ser para  $G_o^i$ , elas são bastante clássicas, não justificando aqui explicações complementares. Tem-se:

$$S_o = (24 / \pi) * \text{Arc cos} (-\text{tg } \theta, \text{tg } \lambda)$$

$$G_o = (\text{sen } \theta, \text{sen } \lambda * (H_2^i - H_1^i) + \cos \theta, \cos \lambda * (\text{sen } H_2^i - \text{sen } H_1^i))$$

nas fórmulas precedentes:

$H_2^i$  e  $H_1^i$  representam as horas solares verdadeiras do começo ao fim do  $i$ -ésimo período.

$\theta$  designa a latitude,

$\lambda$  designa a inclinação solar,

$I$  é uma função da data, da constante solar e das unidades.

$G_o$  representa o caso particular quando:

$$H_2^i = -H_1^i = \text{Arc cos} (-\text{tg } \theta, \text{tg } \lambda),$$

ou seja, quando o começo e o fim do período considerado coincide com o nascer e o por do sol.

A insolação eficaz foi calculada para o conjunto de dados e comparada à duração de insolação (fig 5). Constatou-se que, mesmo para os dias de fraca insolação,  $S_{ef}$  é, em média, mais elevada que  $S$ . Essa diferença aumenta com  $S$ , até atingir cerca de 25% quando  $S/S_o$  é próximo de 0,6. Em seguida ela diminui rapidamente quando se aproxima de valores mais elevados de insolação. Esses resultados concordam perfeitamente com os apresentados por BIGA & RUI ROSA em um clima diferente. Seguramente a frequência das horas de sol é nitidamente mais elevada pela manhã que à tarde, mas nota-se também que é principalmente no fim da manhã que a diferença é maior e isto exige uma explicação: no começo da manhã o tempo é sempre muito claro, mas a quantidade de energia é insuficiente para queimar a tira do heliôgrafo, por isso essas horas da manhã não são contabilizadas.

Um último ponto merece atenção: Tomando-se como referência os dados clássicos de insolação, pouquíssimos dias têm mais

de 10 horas de sol. Não é a mesma coisa quando se considera a insolação eficaz (ver histograma da fig. 6). Isto ilustra o efeito de "peso" excessivo atribuído habitualmente às horas de fraca energia.

#### IV- RESULTADOS - INTERPRETAÇÃO

A análise, mês a mês, dos dados de insolação (DINIZ et al, 1984) permitiu dividir o ano em dois períodos: de junho a setem- bro de uma parte; o resto do ano de outra parte. Para cada período, representou-se na tabela 2, os coeficientes "a" e "b" da fórmula de ANGSTROM, assim como o coeficiente "r" de correlação entre os valores de S/So e Rg/Go. Os mesmos coeficientes foram, em seguida, considerados quando substituiu-se S por Sef.

Como era de se prever pelo exame da fig. 5, os coeficientes "a" e "b" obtidos utilizando-se a insolação eficaz, são menores, particularmente o coeficiente "b". No entanto, o exame de "r" não revela nenhuma melhora do coeficiente de correlação quando se divide o ano em dois períodos. Mesmo considerando-se todos os dados tratados simultaneamente a melhora não é significativa (tabela 2)

	Com insolação global		Com insolação eficaz	
	a	b	a	b
Junho a setembro	0,2701	0,0271	0,2521	0,0174
Outubro a maio	0,2501	0,0271	0,2321	0,0174
Todos os meses	0,2601	0,0271	0,2421	0,0174
Coeficiente de correlação	0,8245	0,0411	0,8011	0,0311

A priori pode parecer surpreendente não se ter constatado melhoria importante do coeficiente de correlação, pois uma das principais causas de erro foi suprimida e pode-se perguntar se a representação linear da relação entre a radiação global e a duração da insolação é a melhor adaptada. A fim de verificar isso, retomou-se o conjunto de dados tratados que tinham sido distribuídos em 20 classes de S/So de igual amplitude. Em seguida realizou-se a mesma operação com os valores de Sef/So. Para cada uma dessas classes calculou-se os valores médios de Rg/Go e de S/So ou Sef/So.

Na fig. 7 representou-se os valores médios de Rg/Go para cada classe em função dos valores médios de S/So e de Sef/So. Um dos pontos dessa representação foi excluído da análise que se segue. Foi aquele da classe:

$$0,5 \quad \text{Sef/So} \quad 0,1$$

Realmente, a medida de 9 de abril de 1983, que faz parte dessa classe, está possivelmente errada (1,7 horas de insolação por 431 cal/cm<sup>2</sup>). Não dispondo porém de informações complementares para comprovar essa hipótese, não foi possível eliminar essa medida. Como, poucas medidas pertenceram a essa classe, isso pode explicar a anomalia na posição do ponto médio que lhe corresponde e justi -

ficar a rejeição desse resultado. Aliás, a existência de tais anomalias pode explicar, ao menos parcialmente, porque o coeficiente de correlação foi tão pouco melhorado.

O exame da fig. 7 mostra que, de acordo com os valores de S/So ou de Sef/So, os pontos médios se distribuem de um lado e de outra da reta de regressão:

- para os altos valores de S ou de Sef eles colocam-se acima dessa reta;
  - para os valores médios a altos, passam para baixo;
  - para as pequenas a médias insolações, colocam-se de novo acima;
  - para as insolações muito pequenas passam para baixo com grande dispersão,
- a introdução da insolação eficaz torna esses resultados ainda mais nítidos.

Esta constatação tende a modificar a interpretação dos resultados apresentados por DINIZ et al. (1984). Esses autores recomendam a utilização de duas relações de ANGSTROM aplicadas a períodos que correspondem grosseiramente às estações seca e úmida. Na fig. 8 representou-se o histograma dos valores de Sef/So correspondentes a esses dois períodos. Observa-se que de junho a setembro predominam insolações fortes a muito fortes. Considerando-se os resultados da análise da fig. 7, uma tal distribuição tenderá a levantar a reta de regressão. Ao contrário, durante o resto do ano, os valores de insolação relativa são muito melhor distribuídos, dando uma inclinação menor da reta de regressão. Assim sendo, não é a mudança de estação, mas a mudança de regime de insolação que diferencia os períodos considerados, o que explica porque esses períodos não coincidem exatamente com as estações.

Isso sugere que a relação linear talvez não represente verdadeiramente o fenômeno estudado. Retomou-se, pois, as curvas da fig. 7 e tentou-se interpretá-las, ao menos qualitativamente, em função dos fenômenos mais frequentemente observados. Para isso, dividiu-se essa figura em três classes de insolação relativa:

- classe I correspondente às insolações bem fracas e fracas,
- classe II para as insolações fracas e médias,
- classe III para as insolações fortes e muito fortes e para cada uma dessas classes tentou-se encontrar uma explicação para os resultados obtidos, em função da cobertura de nuvens.

Durante um dia de céu aberto as nuvens são do tipo cúmulus e de pequena extensão. Essas nuvens sendo pouco espessas e bastante homogêneas, pode-se considerar que seu efeito é proporcional à fração do céu que elas recobrem. Nessas condições e retomando as notações utilizadas anteriormente, decompôs-se a radiação global incidente, em um tempo dado, em radiação direta proporcional ao tempo de insolação (Si), radiação difusa de céu aberto também proporcional a Si e radiação difusa de céu inteiramente coberto, proporcional a 1-Si. São as condições para a aplicação da fórmula de ANGSTROM.

Quando o céu se cobre assiste-se, particularmente em região equatorial, a uma grande expansão vertical de nuvens. Suas paredes difundem a luz incidente, principalmente para baixa e fora das passagens nebulosas, essa componente se junta à radiação que se teria com céu inteiramente aberto. Isto explica a inflexão para o alto das curvas da fig. 7 quando se passa da classe III para a classe II.

Paralelamente à expansão vertical das nuvens, um outro fenômeno vem contrariar a penetração da radiação. Trata-se do aparecimento de novas camadas de nuvens em número e em espessuras extremamente

variáveis. Isso pode explicar a nova inflexão para baixo das curvas da Fig. 7 quando se passa da Classe II para a Classe I, assim como a maior dispersão. Naturalmente, se trata de uma visão bem esquemática e pesquisas mais rigorosas, se apoiando em dados de nebulosidade, serão necessárias para verificar a validade dessas hipóteses.

### CONCLUSÃO

Atribuindo-se a cada hora de insolação o peso energético que lhe corresponde, a noção de insolação eficaz permitiu um certo agrupamento da nuvem de pontos que representam os pares de valores de Rg e S. Esse agrupamento não se traduziu por uma melhora sensível da estimativa de Rg a partir de S, mas sugeriu a procura de uma relação não linear entre a radiação global e a duração da insolação, fazendo intervir a natureza da camada de nuvens.

Mesmo limitando-se ao modelo de ANGSTROM, a noção de insolação eficaz apresenta vantagens evidentes. Em 1983, DINIZ mostrou como consequência das grandes diferenças no limite de sensibilidade para diversos tipos de tiras heliográficas, que a medida de S podia ter uma variação de uma a duas horas, para o mesmo dia, principalmente para as horas que seguem o nascer do sol. Em outras palavras, os coeficientes da fórmula de ANGSTROM variam com o tipo de tira. As horas "problemáticas" sendo frequentemente energéticas, seu peso no valor de Sef é fraco e a influência do tipo de tira é consideravelmente diminuída. Um ponto igualmente muito controvertido é o modo de calcular a duração do dia quando se trabalha com as tiras heliográficas: deve-se considerar o tempo que separa duas passagens do meio do disco solar para baixo do horizonte ou o tempo durante o qual a energia incidente, por céu aberto, é suficiente para provocar a queimadura da tira heliográfica (Durand - 1974). Esse problema diz respeito às horas extremas do dia, logo de fraquíssima energia, tornando-se inexistente quando se considera a insolação eficaz.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANGSTROM, A. (1924) - Solar and terrestrial radiation. "Quart. J. R. Met. Soc.", 50:121-5.
- BAILLE A. & al (1982) - Momento rayonnement. Institut National de la Recherche Agronomique, Departement de Bioclimatologie, Avignon, 60p.
- BIGA, A. J. & RUI ROSA (1980) - Estimating Solar irradiation from sunshine and cloudiness observations. Solar Energy vol. 25:265 - 72.
- CARDON, D. A. & AMORIM NETO, M. DA S. - (1983) Relação entre a radiação solar global e a insolação na região da petrolina (PE). Terceiro Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 17 a 22 de julho de 1983 - Campinas (SP) Brasil: 123-137.
- DINIZ, T. D. DE A. S. (1983) - Diferenças em registros de duração do brilho solar por heliógrafo Campbell-Stokes, devidos a tipos de tiras. Trabalho apresentado ao III Congresso de Agrometeorologia do Brasil-17 a 22 de julho/83, Campinas-SP;123-138.

- DURAND, R (1974) - Estimation du rayonnement global a partir de la duree d'insolation. Ann. Agron., 25, (6): 779 -795.
- NECHET, D. (1984) - Variabilidade diurna da precipitação em Belém Trabalho apresentado no III Congresso de Meteorologia do Brasil - 3 a 7 de dezembro de 1984 - Belo Horizonte(MG).
- PRESCOTT, J. A. (1940) - Evaporation from a water surface in relation to solar radiation. Trans. Roy. Soc. South Australia, 64, (1):114 - 118.
- REVFEIM, K, J. A. (1981) - Estimating solar radiation income from "bright", sunshine records Quart. J. R. Met. Soc. 107:427-435.
- RIJKS, D. A. & HUXLEY, P. A. (1964) - The empirical relation between solar radiation and hours of bright sunshine near kampala, Uganda, J Appl. Ecol., 1:339 - 345.
- SCHULZE, R. E. (1976) - A physically based method of estimating solar radiation from suncards. Agric. Meteorol. vol.16:85-101.
- WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION (1981) - Comission for instruments and methods of observation, Geneve, suisse. Report of first cession of the CIMO working group on radiation measurements, Davos Suisse - 20 to 24 of october 1980, CIMO meeting report, 81, 1 : 12p.

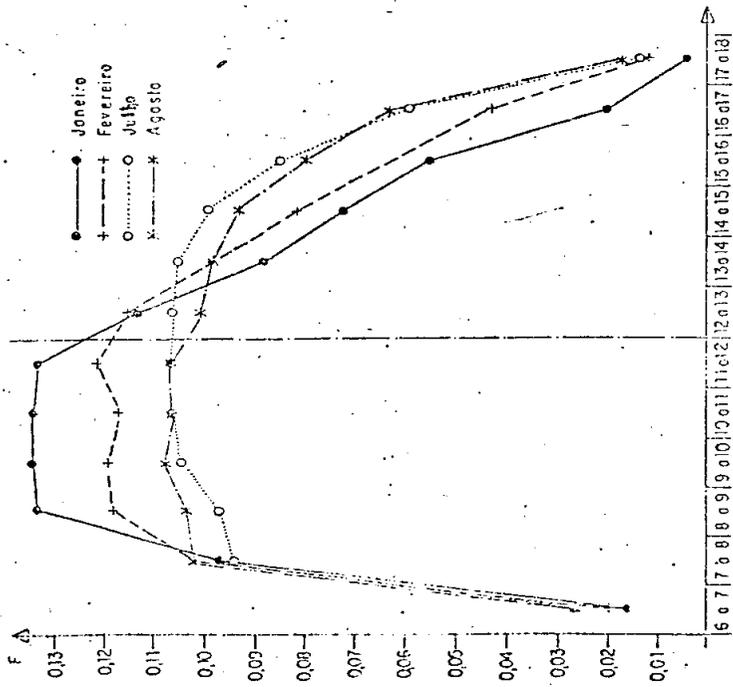


FIG. 1. Contribuição em valor relativo à insolação do dia.

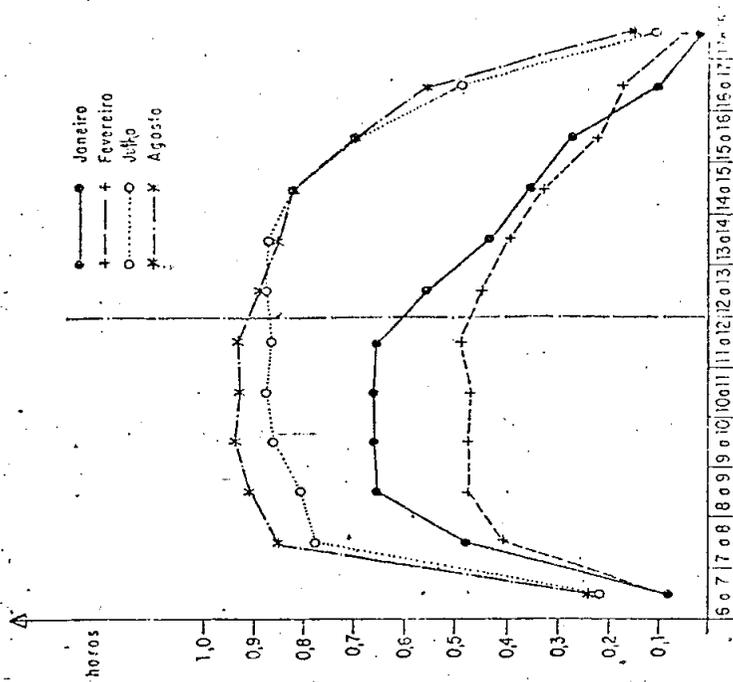


FIG. 2. Contribuição em valor absoluto à insolação do dia.

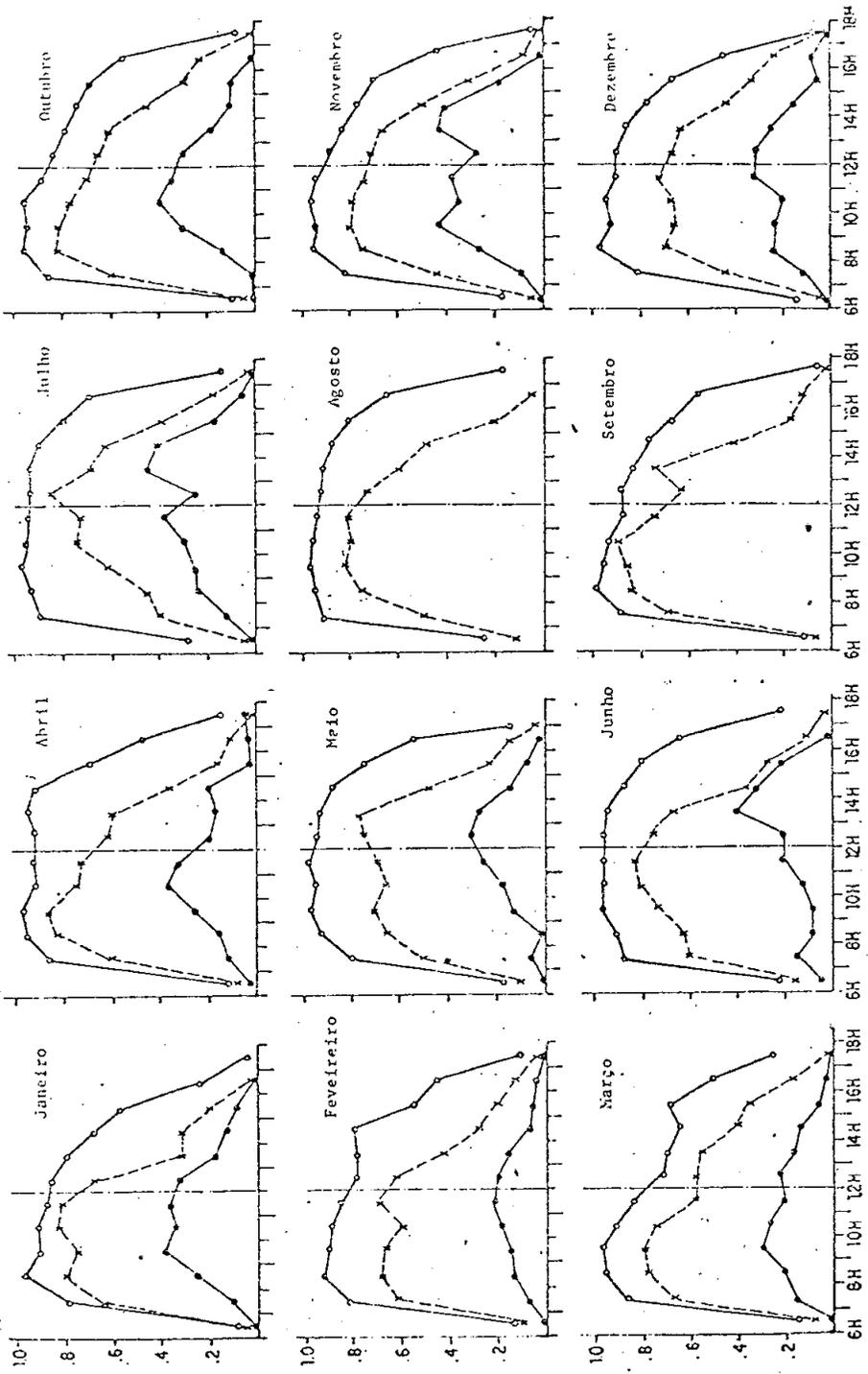


FIG.3 Contribuição média mensal de cada hora à duração do brilho solar.

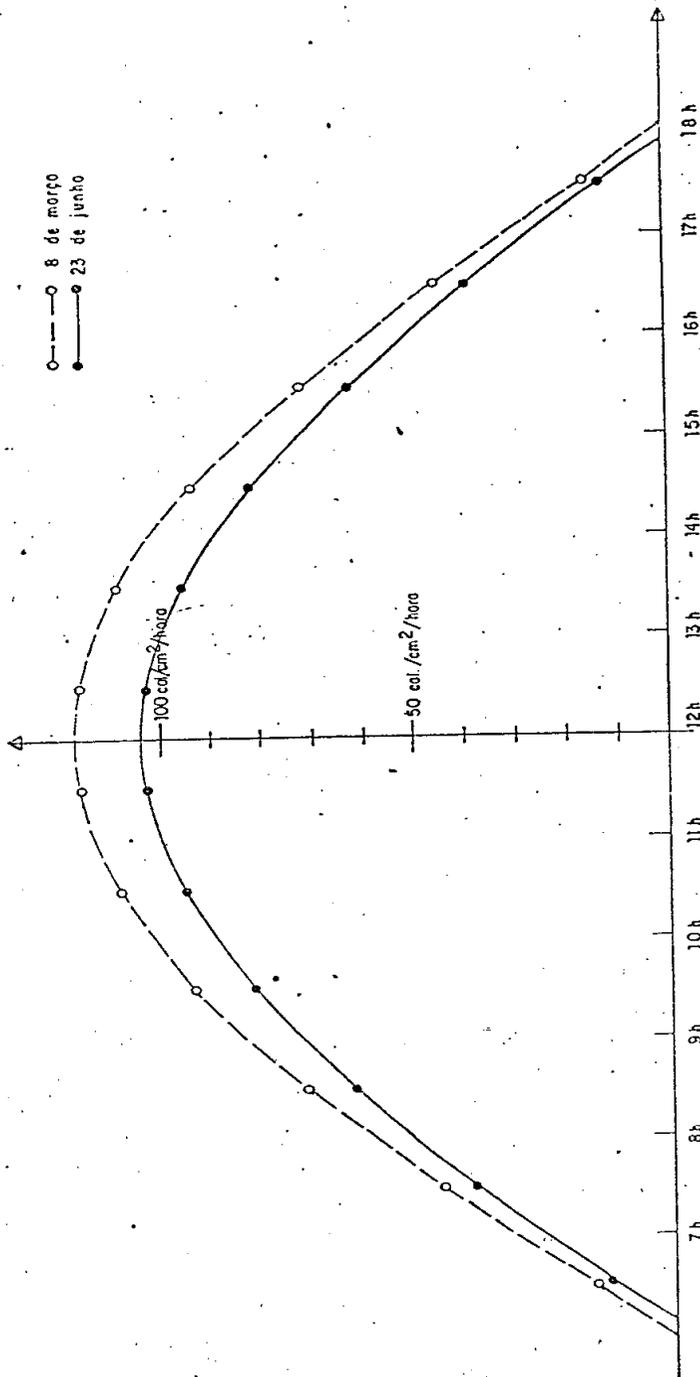
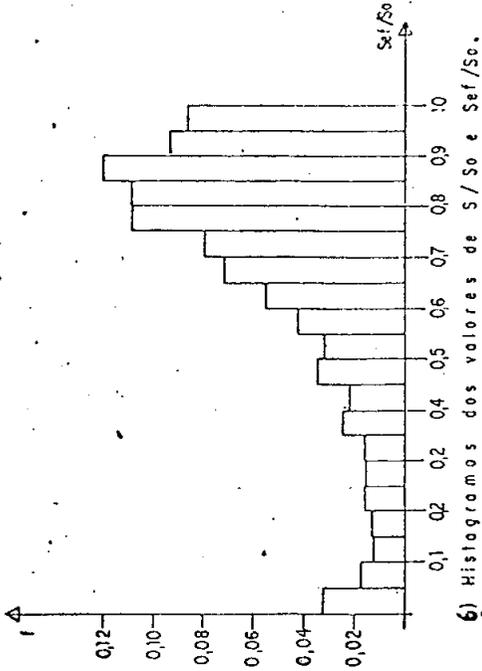
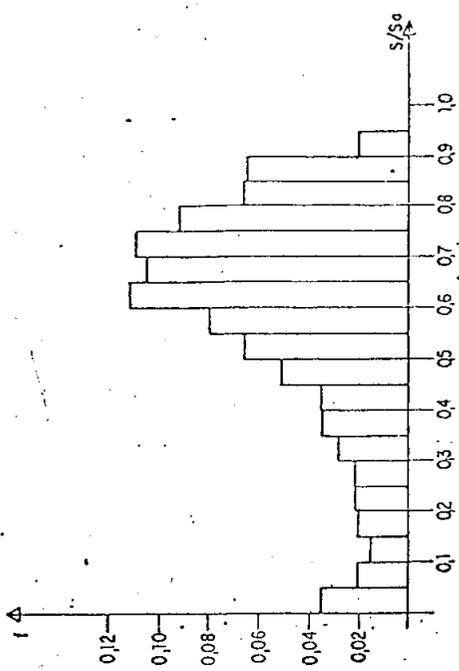
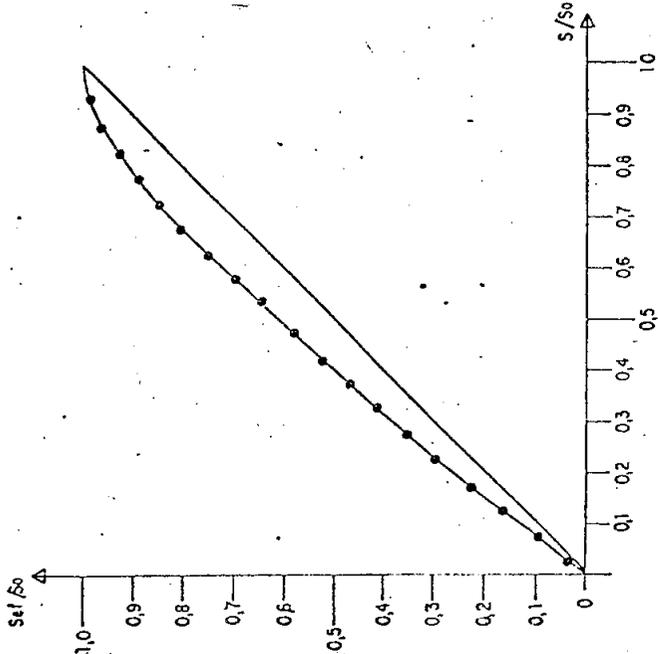


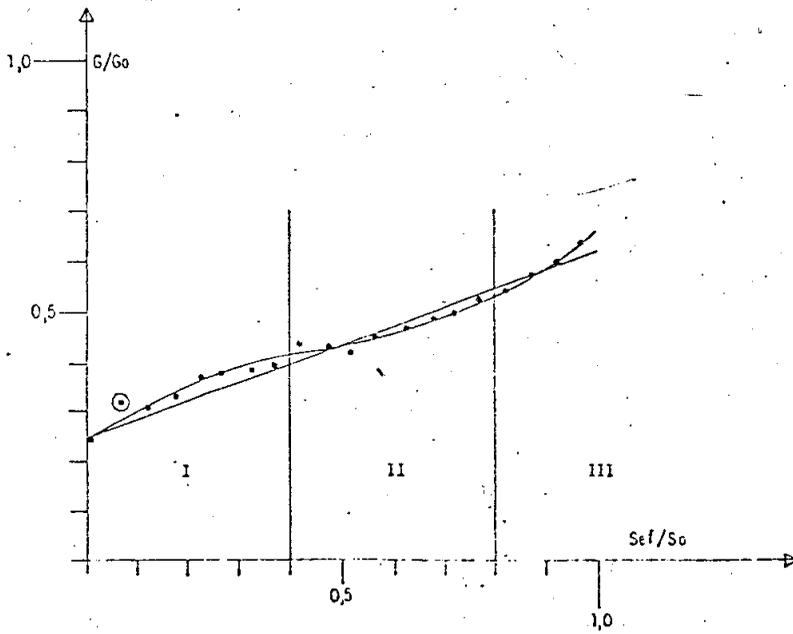
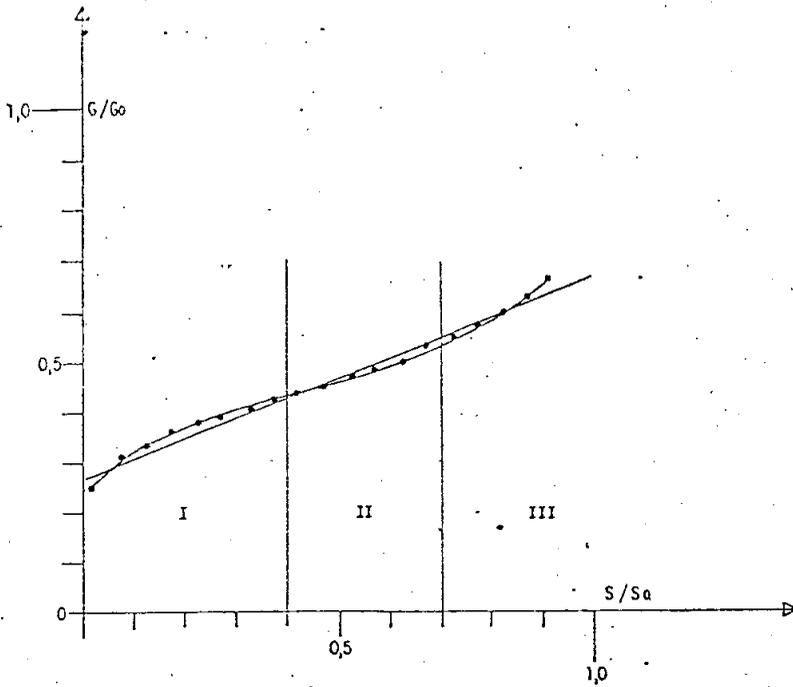
FIG. 4. Variação diurna de radiação global insolationada em Belém.



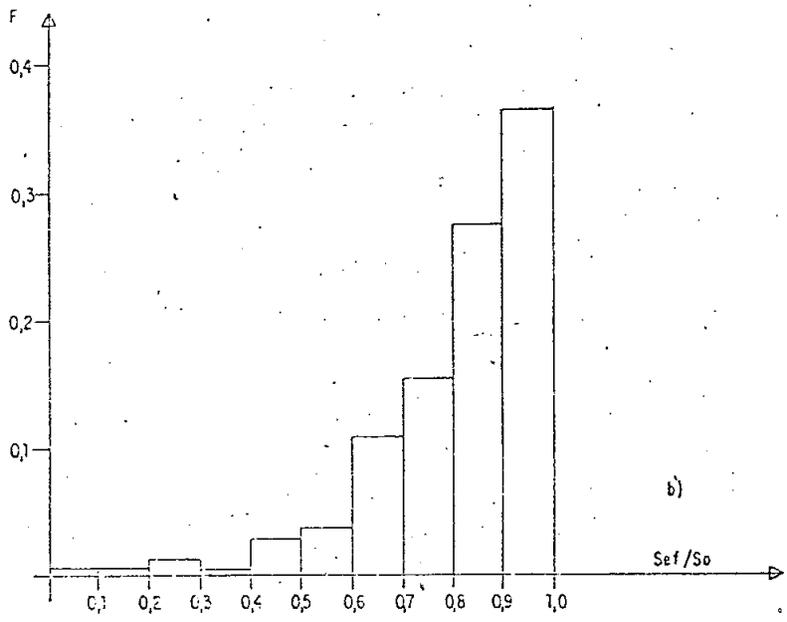
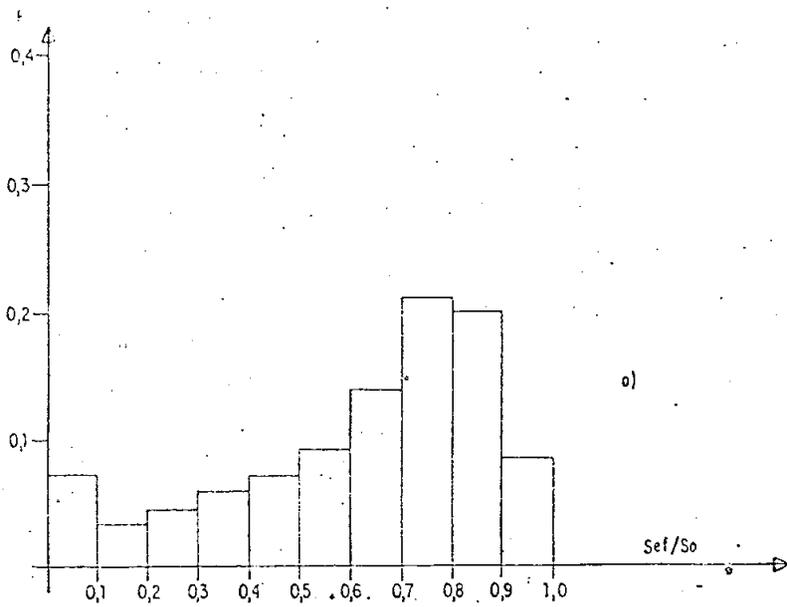
6) Histogramas dos valores de S/So e Set/So.



5) Comparação do brilho salino relativo (S/So) e da insolação efetiva relativa (Set/So).



7) Análise classe por classe do ponto médio de  $S/S_0$  e  $S_{ef}/S_0$ .



E) Histogramas de  $Set/S_o$   
 a) de outubro a maio  
 b) de junho a setembro