

VALIDAÇÃO DO FATOR DE CORREÇÃO DE DRUMMOND NO MÉTODO DE MEDIDA DA RADIAÇÃO DIFUSA ATRAVÉS DO ANEL DE SOMBREAMENTO

R.P.RICIERI¹; M.A.CHAVES²; J.F.ESCOBEDO³

RESUMO

Em experimento conduzido na ESTAÇÃO DE RADIOMETRIA SOLAR DA UNESP de Botucatu-SP (22^o54' Sul; 48^o27' Oeste), no período de 29/05/96 a 27/12/96, mediu-se a radiação difusa com anel de sombreamento corrigida pelo fator de correção de DRUMMOND (1956) objetivando avaliar os erros envolvidos no uso do fator de correção de Drummond na medida da radiação difusa com anel de sombreamento, devido ao tipo de cobertura do céu em Botucatu/SP tendo como padrão a radiação difusa medida pelo método direto. Foram utilizados os equipamentos: piranômetros EPPLEY-PSP, pireliômetro EPPLEY-NIP acoplado num rastreador solar EPPLEY-ST3, anel de sombreamento ($\phi = 80$ cm; $L = 10$ cm). A aquisição de dados foi feita através um DATALOGGER CAMPBELL 21X, operando na frequência de 1Hz, conectado a um microcomputador, armazenando-se a média correspondente a 5 minutos (300 leituras). Concluiu-se que o método do anel apresentou menores desvios em relação ao método padrão em dias de céu limpo. Para dias de céu nublado e parcialmente nublado, o erro é significativo. O fator de correção de Drummond leva a um erro sistemático na medida da radiação difusa, subestimando o seu valor em relação ao método padrão.

INTRODUÇÃO

Existem três maneiras para medir a radiação solar difusa (R_d): 1- Método direto padrão no qual utiliza-se um piranômetro para medir a radiação global (R_G), e simultaneamente, é medida a radiação direta (R_D) por um pireliômetro. Por diferença entre a radiação global e a radiação direta, projetada na horizontal ($R_D \cdot \cos z$) obtém-se a radiação difusa ($R_{dp} = R_G - R_D \cdot \cos z$). 2- Método indireto com um piranômetro sombreado por um anel. 3- Método indireto utilizando um piranômetro sombreado por um disco.

Os métodos que utilizam sistema de acompanhamento relativo do sol são considerados mais precisos, porém, por razões econômicas, não são os mais utilizados. Por ser a alternativa mais econômica o anel vem sendo mais usado.

O método do anel de sombreamento é simples e de fácil utilização, porém possui a desvantagem de necessitar de correção para os dados devido a parte da radiação difusa ser interceptada pelo próprio anel.

DRUMMOND (1956) desenvolveu a seguinte expressão, sendo atualmente a mais utilizada, para cálculo do fator de correção no método do anel de sombreamento:

$$FC = \left[1 - \frac{2b}{\pi R} \cos^3 \delta (t_0 \sin \phi \cdot \sin \delta + \cos \phi \cdot \cos \delta \cdot \sin t_0) \right]^2$$

sendo: FC = fator de correção, b = largura do anel (cm), R = raio do anel (cm), t_0 = ângulo horário ao pôr do sol (rad), ϕ = latitude do local e δ = declinação solar.

Este trabalho teve por objetivo avaliar os erros envolvidos no uso do fator de correção de Drummond na medida da radiação difusa com anel de sombreamento, devido ao tipo de cobertura do céu em Botucatu/SP tendo como padrão a radiação difusa medida pelo método direto.

MATERIAL E MÉTODOS

¹ Departamento de Matemática e Estatística/UNIOESTE/Cascavel/PR/Brasil

² Departamento de Estudos Básicos e Instrumentais/UESB/Itapetinga/BA/Brasil

³ Departamento de Ciências Ambientais/FCA/UNESP/Botucatu/SP/Brasil.

O ensaio experimental foi conduzido na ESTAÇÃO DE RADIOMETRIA SOLAR DA UNESP de Botucatu (22°54' Sul; 48°27' Oeste), durante o período de 29/05/96 a 27/12/96. Foram utilizados os seguintes equipamentos: piranômetros EPPLEY-PSP, pireliômetro EPPLEY-NIP acoplado num rastreador solar EPPLEY-ST3, anel de sombreamento ($\phi=80\text{ cm}$; $L=10\text{ cm}$).

A aquisição de dados foi feita através de um DATALOGGER CAMPBELL 21X conectado a um microcomputador na frequência de 1Hz, armazenando-se a média correspondente a 5 minutos (300 leituras). A radiação difusa medida com anel de sombreamento foi corrigida pelo fator de correção de DRUMMOND (1956).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A figura 1 mostra o comportamento do fator de correção no período do experimento, onde o fator apresenta valores máximos e mínimos próximos dos equinócios e dos solstícios, respectivamente. O modelo apresenta os menores valores no inverno, próximo de 1,08 e os maiores no verão cerca de 1,19.

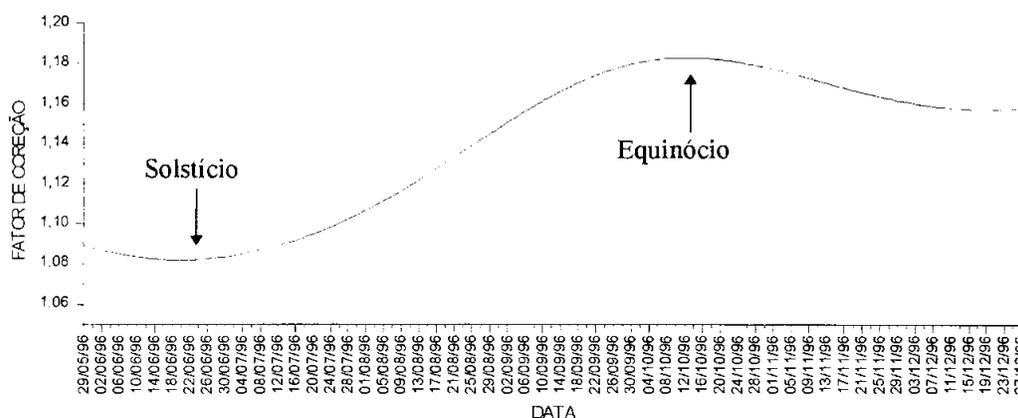


FIGURA 1. Fator de correção de Drummond para o período de 29/05/96 a 27/12/96.

A figura 2 mostra a radiação difusa, medida pelo método do anel ao longo do experimento. No período correspondente ao verão a radiação difusa apresenta valores relativamente altos, o que está de acordo com a característica de verão chuvoso e inverno seco da região.

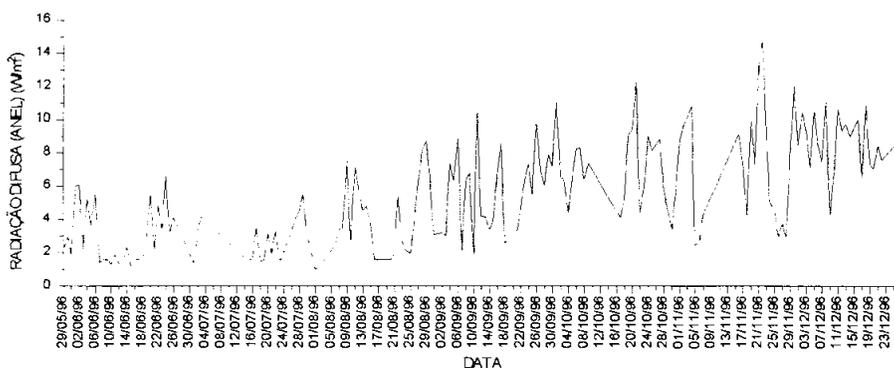


FIGURA 2. Radiação difusa, para o período de 29/05/96 a 27/12/96.

Calculou-se o erro padronizado (E_p) da radiação difusa medida com o anel (R_{da}), em relação à medida pelo método padrão (R_{dp}), a partir da expressão $E_p=1-(R_{dp}-R_{da})/R_{dp}$. Quanto mais próximo de 1,0 for o valor de E_p mais o método é preciso em relação ao método padrão. A figura 3 mostra a variação de E_p durante o 6 meses experimento. Cuja variação oscilou entre 0 e 20% apresentando uma média de 10%. Verifica-se que a grande maioria dos valores são menores que 1,0 o que indica a existência de um erro sistemático na medição.

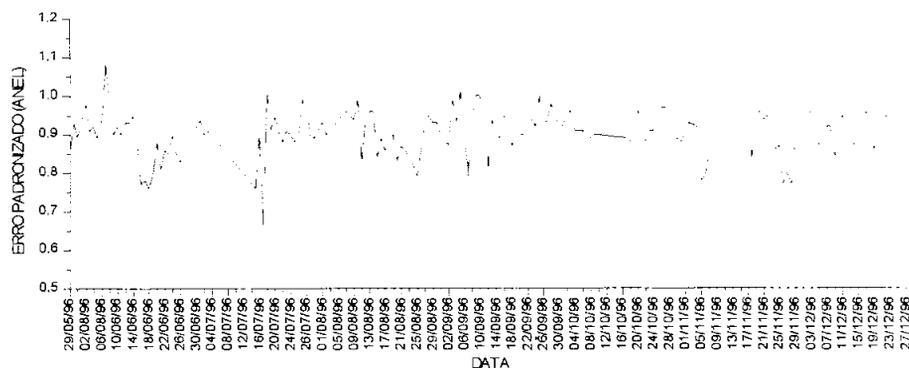


FIGURA 3. Erro padronizado na medida da radiação difusa

A maioria dos valores de E_p foi menor que 1.0 ou seja, em geral os valores de radiação difusa obtidos pelo método do anel são inferiores aos obtidos com o método direto, indicando que o fator de correção deveria ser maior. Possivelmente deve-se levar em consideração a massa óptica da atmosfera para ajustar o fator de correção de Drummond.

A tabela 1 apresenta a média, intervalo de confiança e erro médio em função do tipo de cobertura do céu., classificada segundo a razão entre a radiação global e a difusa (< 0.33 - dia nublado; 0.34 a 0.76 - dia parcialmente nublado e; > 0.77 - dia limpo). Observa-se que, entre as médias obtidas, diferem da média geral aquelas correspondentes a dias de céu limpo e dias de céu nublado. Os valores relativos a dias nublados estão de acordo com os resultados obtidos por SIRÉN(1987) que constatou a dificuldade de medida da radiação difusa nesta condição. Em dias de céu limpo, as medidas feitas utilizando o método do anel se aproximam do método padrão (erro médio de 4%), o contrário ocorre em dias de céu nublado (erro médio de 12%). Comparando-se dias nublados e limpos com dias parcialmente nublados nota-se que estes diferem entre si. Estes resultados sugerem a necessidade de se complementar, particularmente em dias de céu nublado, o fator de correção, através de algum modelo que leve em consideração o tipo de cobertura do céu.

TABELA 1. Média, intervalo de confiança e erro médio em função do tipo de cobertura do céu.

CÉU	MEDIA de E_p	INTERVALO	ERRO MÉDIO (%)
GERAL	0.90273 ± 0.00442	0.89831 - 0.90715	10
NUBLADO	0.87996 ± 0.00619	0.87377 - 0.88615	12
PARCIAL	0.90895 ± 0.00621	0.90269 - 0.91516	9
LIMPO	0.96285 ± 0.00548	0.95737 - 0.96833	4

CONCLUSÃO

A partir dos resultados obtidos conclui-se que o método do anel apresentou menores desvios em relação ao método padrão em dias de céu limpo. Para dias de céu nublado e parcialmente nublado, o erro é significativo. O fator de correção de Drummond leva a um erro sistemático na medida da radiação difusa, subestimando o seu valor em relação ao método padrão.

BIBLIOGRAFIA

DRUMMOND, A.J. On the measurement of sky radiation. Arch. Meteor. Geophys. Bioklim, v.7, p413-436, 1956.
 SIRÉN, K.E. The shadow band correction for diffuse irradiation based on a two-component sky radiance model. Sol. Energy, Elmsford, v.39, p.433-438, 1987.
Apoio financeiro: FAPESP e CNPq(302624/88)