

# RADIAÇÃO DIRETA EM BOTUCATU - SP. COMPARAÇÃO ENTRE DOIS MÉTODOS DE MEDIDA

BENEZ, R.C.<sup>\*</sup>; SAGLIETTI, J.R.C.<sup>\*\*</sup>; ESCOBEDO, J.F.<sup>\*\*</sup>

\* Pós graduação - Energia na Agricultura/FCA/UNESP - Botucatu - SP

\*\*Departamento de Física e Biofísica/IB/UNESP - Botucatu - SP

## RESUMO

Este trabalho compara medidas da radiação solar direta usando um pireliômetro de incidência normal e piranômetros com e sem anel de sombreamento. Um pireliômetro Eppley com orientação norte/sul para medir a radiação direta na incidência e, dois pireliômetros Eppley foram colocados na horizontal, um medindo a radiação global (G) e outro sob um anel de sombreamento, medindo a radiação difusa ( $G_d$ ). Por este último método a radiação direta ( $G_D$ ) é obtida por diferença  $G_D = G - G_d$ . Resultados experimentais apontam para uma diferença de 8,5% entre os métodos, após 20 dias de medidas.

## INTRODUÇÃO

Para um bom aproveitamento da energia solar é necessário que se conheça a quantidade de radiação que atinge a superfície terrestre nas suas formas principais: radiação direta, difusa e global (direta + difusa). Mede-se a radiação global (G) com piranômetro e a radiação direta com pireliômetro, sendo que este é um aparelho de alto custo devido a sofisticação de seu mecanismo de acompanhamento do movimento aparente do Sol. Por diferença obtém-se o valor da radiação difusa  $G_d = G - G_D$ . Uma outra maneira de medir a radiação difusa foi desenvolvida por DRUMMOND (1956) utilizando-se uma montagem que consta de um anel circular que provoca sombra sobre o sensor do piranômetro impedindo a passagem da radiação direta; medindo-se a radiação global com um piranômetro descoberto e a radiação difusa com outro coberto pelo anel de sombreamento, por diferença, obtém-se a radiação direta, ou seja,  $G_D = G - G_d$ , de modo mais simples e barato. Entretanto, como o anel de sombreamento, além de interceptar a radiação direta sobre o sensor, impede também a passagem de parte significativa dessa radiação, é necessário o uso de um fator de correção (FC) para avaliar-se o valor verdadeiro da radiação difusa. Esse fator de correção depende das dimensões do anel (raio e largura), da latitude do local, da declinação solar e do ângulo horário, segundo MELO e ESCOBEDO (1994). A expressão desenvolvida por DRUMMOND (1956) foi a utilizada:

$$FC = [1 - (2b / \pi r) (\cos \delta)^3 (t_0 \sin \Phi \sin \delta + \cos \Phi \cos \delta \sin t_0)]^{-1}$$

onde: b = largura do anel de sombreamento (cm);

r = raio do anel de sombreamento (cm);

$t_0$  = ângulo horário do por do sol (rad);

$\delta$  = declinação solar (rad);

$\phi$  = latitude local (rad).

O objetivo deste trabalho, foi avaliar as variações existentes nas medidas da radiação direta quando utiliza-se os métodos, para a região de Botucatu - SP, localizada na latitude 22°54' Sul e longitude 48°27' Oeste.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram usados para medidas da radiação solar um pireliômetro Eppley tipo NIP com constante de  $7,73\mu\text{V}\cdot\text{m}^2/\text{W}$ , um piranômetro Eppley tipo PSP com constante  $8,13\mu\text{V}\cdot\text{m}^2/\text{W}$  e um piranômetro Eppley DCP com constante  $8,17\mu\text{V}\cdot\text{m}^2/\text{W}$  sob o anel de sombreamento. O pireliômetro montado sobre uma estrutura de acompanhamento do movimento relativo do sol efetuou medidas durante 20 dias, simultaneamente com os piranômetros. Os piranômetros foram colocados sobre uma plataforma metálica desenvolvida por MELO (1993) de tal modo que embora estando no mesmo plano horizontal, um deles permaneceu sempre sob o anel de sombreamento, que intercepta a radiação direta, enquanto outro media a radiação global. Tanto a base do pireliômetro quanto a dos piranômetros, sofreram regulagens diárias em função do movimento do Sol. O anel foi construído em chapa de alumínio de 1,0 mm de espessura, com 80 cm de diâmetro e 10 cm de largura, e montado de tal forma a projetar sempre sombra sobre o sensor do piranômetro. Todos os aparelhos foram instalados no Campo Experimental do Departamento de Física e Biofísica do Instituto de Biociências - UNESP - Câmpus de Botucatu/SP. As medidas realizadas eram transmitidas para um "datalogger" do tipo 21X, com 16 canais diferenciais, conjugado com uma placa Multiplexer da Campbell Scientific Inc.. O "datalogger" armazenava leituras de 1 em 1 segundo e a cada 5 minutos registrava a média do intervalo. No final do dia, as medidas eram repassadas para um microcomputador PC 486 DX, através de "software" apropriado. Os dados eram então separados em colunas dentro do "software" Origin, onde todas as leituras eram transformadas em energia total no plano horizontal em  $\text{W}/\text{m}^2$ . Nessa transformação eram levados em consideração o fator de correção (MELO, 1993), as variáveis diárias relativas ao movimento do Sol, as constantes dos dos aparelhos e as características geográficas do local do experimento. Como o trabalho envolve radiação solar direta, nem todos os dias são propícios para fazer parte de um estudo estatístico e portanto, embora fossem obtidos dados dos meses de março a abril de 1995, as médias referem-se a 20 dias.

## RESULTADOS

Dados de radiação direta coletados diariamente pelo pireliômetro Eppley foram comparados com aqueles obtidos por diferença entre global menos difusa, medidas pelos piranômetros. Resultados de 20 dias com condições aproveitáveis para análise, mostram uma diferença percentual entre as radiações da ordem de 8,5%, quando considera-se como verdadeiro o valor obtido pelo pireliômetro Tabela (1). Assim, pode-se inferir que embora o método dos piranômetros com e sem anel de sombreamento seja mais simples, deve-se procurar melhorá-lo, pois está claro que o anel de sombreamento barra uma parte significativa da radiação direta que incide sobre o piranômetro, levando a erros que podem subestimar a quantidade de radiação difusa incidente. Estudos continuam a ser desenvolvidos pelos autores, a fim de encontrar a identificação das variáveis que causam essa diferença.

**TABELA 1.** Dados da radiação direta em Botucatu-SP

DIAS/MÊSES	RADIAÇÃO DIRETA W/m <sup>2</sup> PIRELIÔMETRO	RADIAÇÃO DIRETA (RADIAÇÃO GLOBAL - RADIAÇÃO DIFUSA) W/m <sup>2</sup>	DIFERENÇA (%)
01/03	11,49	13,20	14,88
02/03	15,80	18,54	17,34
07/03	12,25	13,74	12,16
08/03	14,31	16,23	13,41
11/03	14,26	15,75	10,44
12/03	13,41	14,99	11,78
16/03	13,47	14,30	6,16
17/03	16,35	17,25	5,50
18/03	17,05	17,66	3,57
19/03	12,67	13,48	6,39
23/03	12,07	13,01	7,78
28/03	17,85	18,08	1,28
29/03	11,98	12,65	5,59
03/04	21,40	20,24	5,42
04/04	19,80	18,74	5,35
05/04	17,45	16,6	4,87
14/04	21,80	18,82	13,66
16/04	13,83	14,39	4,05
17/04	16,04	17,33	8,04
24/04	19,08	16,71	12,42
MÉDIA	15,62	16,09	8,50

**BIBLIOGRAFIA**

- DRUMMOND, A.J. On measurement of sky radiation. *Arch. Met. Geophys. Bioklimatol*, Heidelberg, v.7, p.413-436., 1956
- MELO, J.M.D., ESCOBEDO, J.F. Uso do anel de sombreamento para medida contínua da radiação solar difusa. *Energia na Agricultura*. v.9(2), p.1-13, 1994.
- MELO, J.M.D. Desenvolvimento de um sistema para medir simultaneamente radiação global, difusa e direta. Botucatu, 1993. 130 p. Tese (Doutorado em Energia na Agricultura) Faculdade de Ciências Agrômicas, UNESP.
- APOIO FINANCEIRO: FAPESP (92/3886-2); FUNDUNESP (435/92); CNPq (302624-88-0)