

ESTUDO VARIACIONAL DAS IRRADIAÇÕES GLOBAL E DIRETA DO VISÍVEL E ESPECTRO TOTAL.

Thomas José Justo Miorini, João Francisco Escobedo, Eduardo Nardini Gomes. – Agronomia – Departamento Recursos Naturais – Faculdade de Ciências Agronômicas – Campus de Botucatu.

1. INTRODUÇÃO

A variação anual das irradiações global, direta e difusa da radiação solar dentro do visível e do espectro total é uma informação extremamente importante para estudos climáticos, de estimativa de eficiência de coletores solares, em modelagem de fotossíntese em culturas, em florestas, em casas de vegetação e em modelagem ecológica. No Brasil, as informações sobre a PAR são escassas, devido ao alto custo de importação de equipamentos, e da ausência de uma rede solarimétrica nacional consistente e menos esparsa. As divulgações no país se restringem aos trabalhos com a PAR global (Assis & Mendez, 1989) e sobre as componentes direta e difusa da PAR somente temos os trabalhos de Frisina et al. (2000) e Gomes (2002).

Assim, no presente trabalho objetivou-se realizar medidas das irradiações PAR global (H_{Gp}^x), PAR direta na horizontal (H_{DHp}^x), global (H_G^x), e direta na horizontal (H_{DH}^x).

2. MATERIAL E MÉTODOS

A base de dados é constituída por radiações global, direta, PAR global e PAR direta, no período de junho de 1999 a maio de 2000, monitoradas na Estação de Radiometria Solar/ UNESP- Botucatu, (latitude de 22°51'Sul, longitude 48°27'Oeste e altitude 786 m).

As irradiâncias global I_G e PAR global I_{Gp} foram monitoradas por um piranômetro EPPLEY-PSP e um sensor quântico da LI-COR e as irradiâncias direta I_b e PAR direta na incidência I_{bp} por pireliômetro EPPLEY-NIP e um pireliômetro desenvolvido na Estação de Radiometria Solar, com sensor quântico LI-COR, ambos acoplados a um rastreador solar EPPLEY modelo ST-3.

Na aquisição de dados utiliza-se um Micrologger modelo 23x da CAMPBELL SCIENTIFIC-INC, operando na frequência de 1 Hz e armazenando médias de 5 minutos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 mostra a evolução diurna das irradiações médias horárias: no topo da atmosfera [H_o^h], global [H_G^h], direta na horizontal [H_{DH}^h], PAR global [H_{Gp}^h] e PAR direta na horizontal [H_{DHp}^h]. Os valores integrados das curvas das irradiações [H_G^h], [H_{DH}^h], [H_{Gp}^h] e [H_{DHp}^h] foram de 16,87 MJ/m², 11,43 MJ/m², 8,68 MJ/m² e 4,65 MJ/m², respectivamente, indicando a energia média anual de cada uma das radiações.

A variação diária do índice de claridade [K_t^h] foi de início 41,5%, em torno de 66% ao meio-dia solar, decrescendo a em torno de 34% no final do dia. A fração [K_{Gp}^h] teve início de 52,04%, ao meio dia foi de 47,45%, e final de 53,56%, com média igual a 49,13%.

A fração [K_{DHp}^h] apresentou uma evolução contrária a [K_{Gp}^h], como consequência do espalhamento pela massa ótica, a qual transforma a radiação direta em difusa. No início do dia [K_{DHp}^h] = 28,26%, elevando-se até 40,54% no meridiano solar e a 33,67% no fim do dia. A fração

média $[K_{DHp}^h]$ foi de 37,55%, estando em concordância com os resultados obtidos por Karalis (1989) em Atenas.

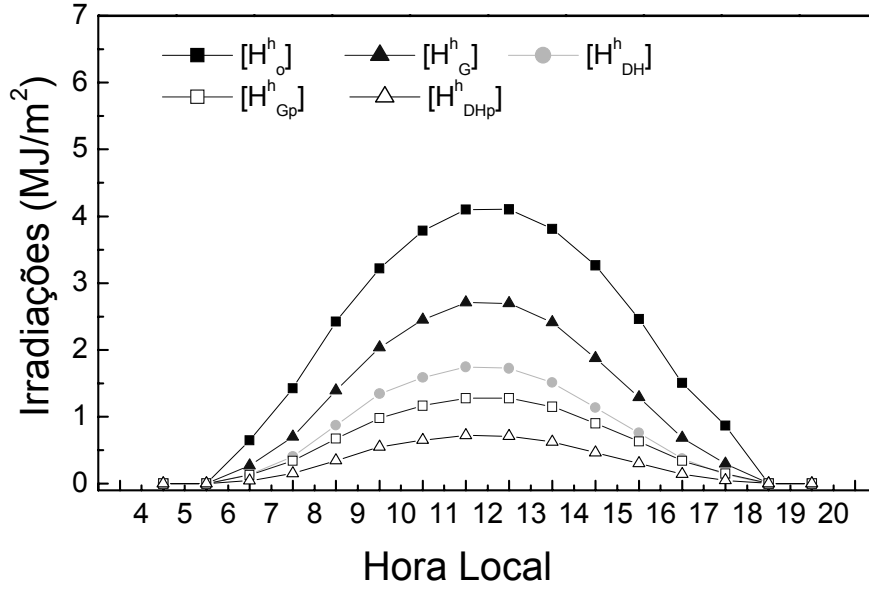


Figura 1. Irradiações médias horárias $[H_G^h]$, $[H_{DH}^h]$, $[H_{Gp}^h]$ e $[H_{DHp}^h]$.

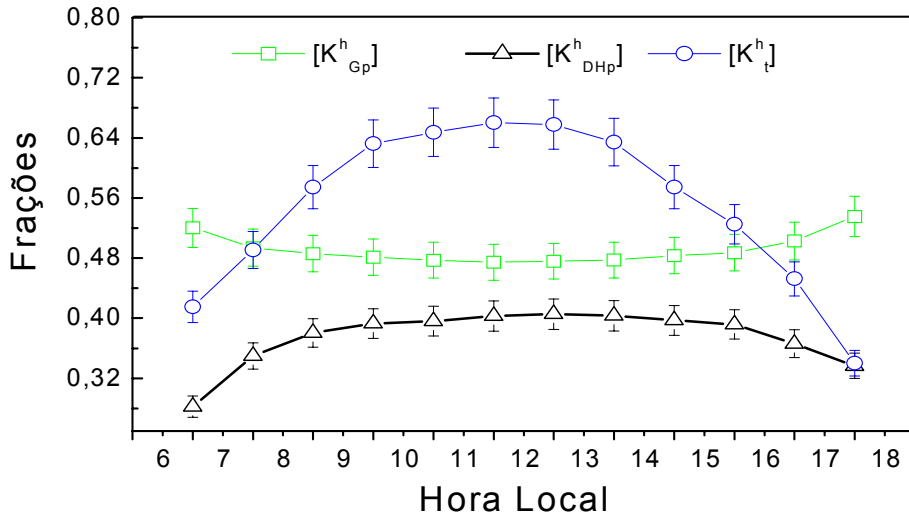


Figura 2. Evolução diurna das frações médias anuais $[K_{Gp}^h]$, $[K_{DHp}^h]$ e $[K_t^h]$.

A Figura 3 mostra a evolução anual das irradiações médias mensais no topo da atmosfera $\langle H_o^d \rangle$, global $\langle H_G^d \rangle$, PAR global $\langle H_{Gp}^d \rangle$, PAR direta $\langle H_{DH}^d \rangle$ e PAR direta na horizontal $\langle H_{DHp}^d \rangle$. As irradiações $\langle H_o^d \rangle$, $\langle H_G^d \rangle$, $\langle H_{Gp}^d \rangle$, $\langle H_{DH}^d \rangle$ e $\langle H_{DHp}^d \rangle$ apresentam dependência sazonal. O mês de junho foi o que apresentou os menores valores energéticos: $\langle H_o^d \rangle = 22,68 \text{ MJ/m}^2$, $\langle H_G^d \rangle = 12,73 \text{ MJ/m}^2$,

$\langle H_{DH}^d \rangle = 8,03 \text{ MJ/m}^2$, $\langle H_{GP}^d \rangle = 5,49 \text{ MJ/m}^2$ e $\langle H_{DHP}^d \rangle = 3,29 \text{ MJ/m}^2$, enquanto que os maiores valores ocorreram em novembro: $\langle H_G^d \rangle = 23,01 \text{ MJ/m}^2$, $\langle H_{DH}^d \rangle = 13,73 \text{ MJ/m}^2$ e $\langle H_{DHP}^d \rangle = 5,67 \text{ MJ/m}^2$, e em outubro $\langle H_{GP}^d \rangle = 10,25 \text{ MJ/m}^2$.

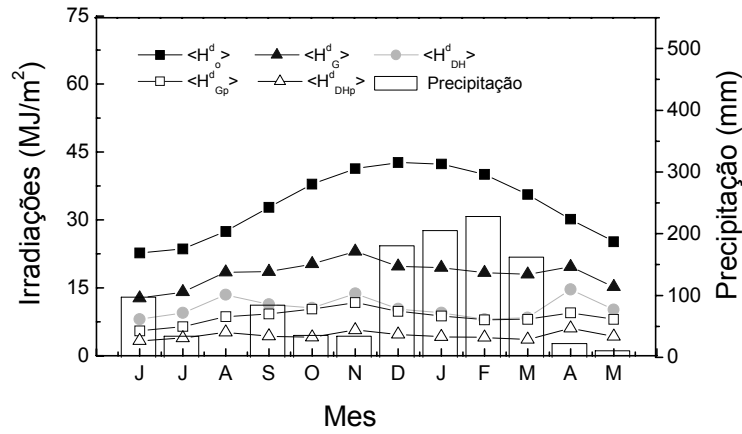


Figura 3. Irradiações médias mensais: no topo da atmosfera $\langle H_o^d \rangle$, global $\langle H_G^d \rangle$, PAR global $\langle H_{GP}^d \rangle$, direta na horizontal $\langle H_{DH}^d \rangle$ e PAR direta na horizontal $\langle H_{DHP}^d \rangle$.

A Figura 4 mostra a evolução das frações médias mensais $\langle K_{Gp}^d \rangle$ e $\langle K_{DHP}^d \rangle$, calculadas através das frações radiométricas $\langle H_{GP}^d \rangle / \langle H_G^d \rangle$ e $\langle H_{DHP}^d \rangle / \langle H_{DH}^d \rangle$, respectivamente.

A fração $\langle K_{Gp}^d \rangle$ apresentou uma característica de elevação de valores no período seco e de decréscimo nos meses mais chuvosos, enquanto que $\langle K_{DHP}^d \rangle$ apresentou uma evolução contrária. No período seco $\langle K_{DHP}^d \rangle$ se distanciou de $\langle K_{Gp}^d \rangle$, e nos chuvosos se aproximou de $\langle K_{Gp}^d \rangle$. A fração média mensal $\langle K_{Gp}^d \rangle$ situou-se entre 43,18% a 53,21%, e a fração $\langle K_{DHP}^d \rangle$ entre 34,12% a 41,34%.

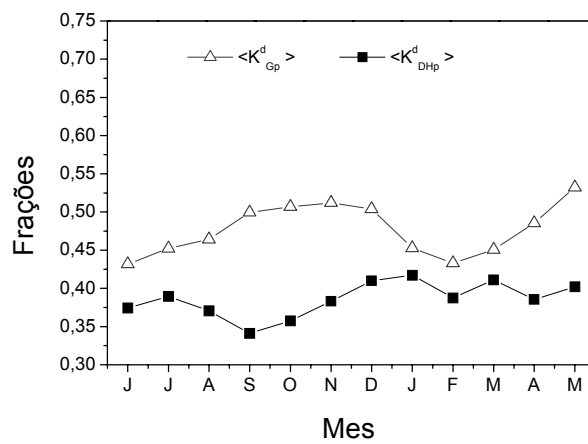


Fig. 4. Frações médias mensais diárias $\langle K_{Gp}^d \rangle$ e $\langle K_{DHP}^d \rangle$.

4. CONCLUSÕES

A dependência climática nas irradiações e frações médias mensais diárias é um efeito que também deve ser considerado, uma vez que as frações $\langle K_{Gp}^d \rangle$, $\langle K_{DHp}^d \rangle$, $\langle K_t^d \rangle$ e $\langle K_{tp}^d \rangle$ apresentam variações consideráveis entre os períodos chuvosos e secos, e estes períodos apresentam variação de um ano a outro.

5. BIBLIOGRAFIA

ASSIS, F.N., MENDEZ, M.E.G. Relação entre radiação fotossinteticamente ativa e radiação global. *Pesq. Agropec. Bras.*, v.24, p.797-800, 1989.

ASSUNÇÃO, H.F. *Relações entre a radiação fotossinteticamente ativa e a radiação global em Piracicaba-SP*. Piracicaba, 1995. 57 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Agrometeorologia)- Universidade de São Paulo, 1995.

ESCOBEDO, J. F., MELO, J. M. D., FRISINA, V.A. Radiações solar global e fração da global refletida em estufa tipo túnel com cobertura de polietileno, 7, 1994, Vigo. *Libro de Actas... Vigo: Asociación Española de Energía Solar*, 1994, p. 53 -58.

FRISINA, V.A., ESCOBEDO, J.F., GOMES, E.N. Equações de estimativas diárias das componentes global, difusa e refletida da radiação solar total e fotossinteticamente ativa (PAR) em estufa de polietileno. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 11, 2000, Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro: Congresso Brasileiro de Meteorologia, 2000. (Editado em CD-ROM).

GOMES, E. N. *Medida e modelos da radiação fotossinteticamente ativa global, direta na incidência e horizontal*. Botucatu, 2002. 97 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Irrigação e Drenagem) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", UNESP, 2002.

KARALIS, J.D. Characteristics of direct photosynthetically active radiation. *Agric. For. Meteorol.*, v.48, p.225-34, 1989.

Agradecimentos: A CNPq e FAPESP pelo apoio financeiro.