

ESTIMATIVA DA IRRADIAÇÃO SOLAR FOTOSSINTETICAMENTE ATIVA EM POMBAL - PB

**Werônica Meira de SOUZA¹, Renilson Targino DANTAS², Ewerton Cleudson de Sousa MELO³,
José Alberto Pontes ARAÚJO³**

RESUMO

Utilizou-se dados de irradiâncias solar global, direta e difusa da estação solarimétrica de Pombal – PB (6°46'S; 37°49', 178m) em dias claro, parcialmente nublado e nublado para determinar a claridade e o brilho da atmosfera, e conseqüentemente, fazer as estimativas da irradiação solar fotossinteticamente ativa por intermédio de dois modelos. A claridade aumentou bastante de 08:00 às 11:00 horas solar verdadeira no dia claro, e brilho da atmosfera foi próximo ($\approx 0,70$) no dia nublado. Nas estimativas da irradiação solar fotossinteticamente ativa, dependendo da disponibilidade dos dados, pode-se utilizar com praticamente a mesma probabilidade de acerto, os modelos 1 ou 2.

Palavras chaves: Irradiação solar, nebulosidade, claridade.

INTRODUÇÃO

A irradiação fotossinteticamente ativa é fundamental para a realização da fotossíntese de uma ou mais folhas de uma planta ou de um complexo número de plantas. Em trabalhos de rotina, essas medições ainda não estão sendo efetuadas, de forma que, modelos como aqueles propostos por Gueymard (1989) e Olseth e Skarveif (1993) são usados nessa estimativa, assim como Pinker e Laszlo (1992) que utilizam dados de satélites. Em alguns casos, a irradiação fotossinteticamente ativa pode ser considerada como uma função constante ou quase constante da irradiância solar, mas de fato, muitos parâmetros afetam essa fração, entre eles, a pressão atmosférica, ângulo zenital do sol, turbidez e água precipitável.

A descrição das características sazonais da irradiação fotossinteticamente ativa em diferentes intervalos de integração, seja diária ou horária, requer detalhes das condições atmosféricas,

¹ Alu na do curso de Graduação em Meteorologia, DCA – UFPB CAMPUS II – Campina Grande, PB

² Professor do Departamento de Ciências Atmosféricas, DCA/CCT//UFPB CAMPUS II – Campina Grande, PB

³ Aluno do curso de Mestrado em Meteorologia, DCA – UFPB CAMPUS II – Campina Grande, PB

principalmente relacionados à nebulosidade, influenciando de maneira acentuada a razão entre a irradiação fotossinteticamente ativa e a irradiação solar global. Papaioannou et al. (1993) estudaram essa razão e sugeriram a conveniência de uma calibração local, levando em consideração as condições climáticas. O objetivo deste trabalho foi estimar a irradiação fotossinteticamente ativa em Pombal - PB, considerando dias com características distintas de nebulosidade.

MATERIAL E MÉTODOS

Na realização deste trabalho foram utilizados dados de irradiâncias global, direta e difusa nos horários compreendidos entre 08:00 e 16:00 horas solar verdadeira de dias claro (16/10/98), parcialmente nublado (02/10/98) e nublado (03/10/98) da estação solarimétrica de Pombal – PB (6°46'S; 37°49', 178m) pertencente ao Departamento de Ciências Atmosféricas (DCA) do Centro de Ciências e Tecnologia (CCT) da Universidade Federal da Paraíba (UFPB/Campus II), Campina Grande – PB.

A claridade (ϵ) e o brilho da atmosfera (Δ) foram determinados por (Pérez et al.,1990):

$$\epsilon = ((R_d + R_b)/R_d) \quad (1)$$

$$\Delta = R_d/(I_o \cos Z) \quad (2)$$

Em que; R_d é a irradiância solar difusa, R_b é a irradiância solar direta sobre uma superfície normal aos raios solares, I_o representa a irradiância solar no topo da atmosfera e Z é o ângulo zenital do sol. As estimativas da irradiação fotossinteticamente ativa (IFA) foram feitas através de relações encontradas por Alados et al. (1996) da seguinte forma:

⇒ Modelo - 1:

$$IFA/R_g = 1,854 - 0,194 \ln \epsilon - 0,195 \ln \Delta + 0,076 \cos^2 Z \quad (3)$$

⇒ Modelo – 2:

$$IFA/R_g = 1,832 - 0,191 \ln K_t + 0,099 \cos Z \quad (4)$$

Em que; R_g é a irradiância solar global e K_t é a razão entre as irradiâncias global à superfície e no topo da atmosfera.

RESULTADOS E DISCUSSAO

Na Figura 01 estão representadas as curvas de claridade referentes aos dias claro, parcialmente nublado e nublado no intervalo de tempo entre às 08:00 e 16:00 horas solar verdadeira (HSV). No dia claro (16/10/98) está bastante evidenciado que a claridade aumentou bruscamente de 08:00 às 11:00 horas solar verdadeira e decresceu lentamente de 11:00 às 16:00 horas solar verdadeira, e que ainda, a maior elevação ocorreu de 08:00 às 09:00 HSV, e o menor decréscimo entre 13:00 e 14:00 HSV. Características semelhantes ocorreram no dia parcialmente nublado (02/10/98), com diferença apenas no final do período (16:00 HSV), em que houve uma pequena elevação da claridade. O que deve ser observado também nesse dia, é que, o valor mínimo da claridade quase coincidiu com o valor mínimo da claridade do dia claro (16/10/98).

No dia nublado (03/10/98) percebe-se através da Figura 01, que a claridade foi muito baixa, e que a mesma manteve-se praticamente constante ao longo do período de observação. Estes resultados concordam com Reitan (1963) que correlacionou a claridade atmosférica com a quantidade de água precipitável, levando em consideração principalmente a condição do vapor d'água ser importante nos processos de absorção da irradiação solar.

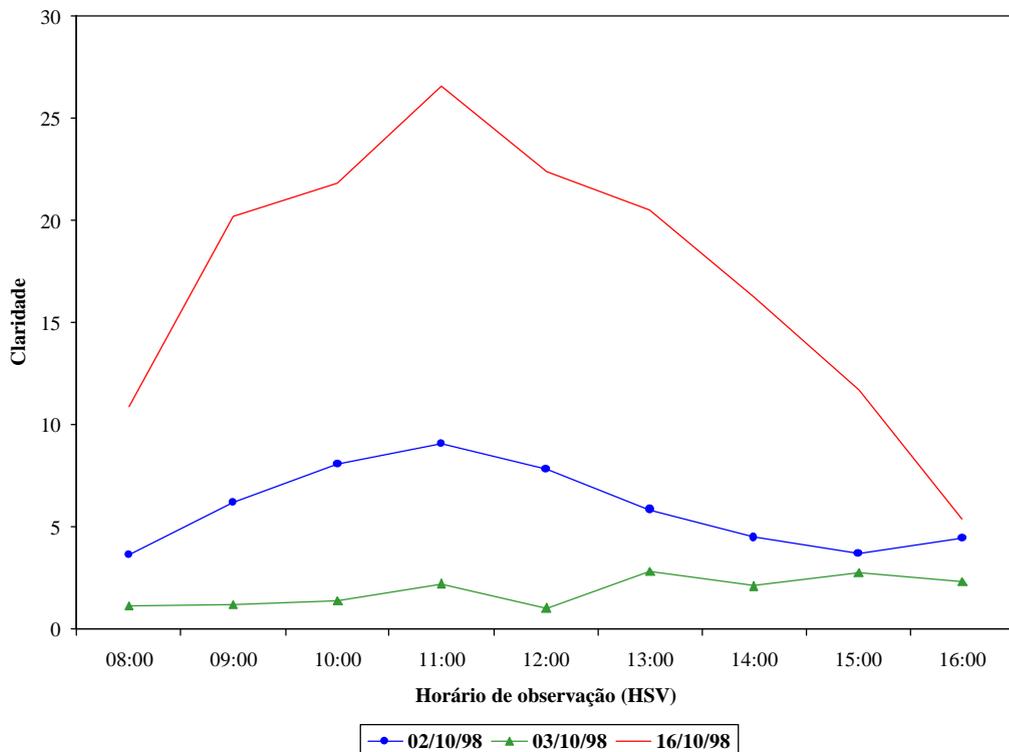


Figura 01 – Claridade da atmosfera em dias com distintas características de nebulosidade.

As curvas do brilho da atmosfera ou celeste no período mencionado anteriormente estão evidenciadas na Figura 02. Nesta figura, está bem evidente que o máximo ($\approx 0,70$) ocorreu no dia nublado (03/10/98) às 08:00 HSV, e que o mínimo ($\approx 0,02$) ocorreu no dia claro (16/10/98) às 11:00 HSV. No dia nublado o brilho da atmosfera decresceu de forma acentuada de 08:00 às 10:00 HSV, deixando bem caracterizado as influências do ângulo zenital do sol e do vetor posição do mesmo no referido brilho. Nos dias claro e parcialmente nublado (02/10/98) também ficou caracterizado, apesar de ser em uma escala menor, esse decréscimo do brilho no intervalo de 08:00 à 10:00 HSV, e nos mesmos dias, pode-se perceber uma forte semelhança nos perfis das duas curvas, com ligeira superioridade nos valores encontrados no dia parcialmente nublado, sendo um pouco maior nos extremos do período considerado.

Nos três dias estudados, percebeu-se que há sempre um acréscimo do brilho da atmosfera no final (15:00 às 16:00 HSV), sendo um pouco maior no dia parcialmente nublado. Os maiores valores deste brilho (Δ) ocorreram em dias com presença de nuvens altas com razoável espessura e quantidade razoável de aerossóis, e os menores valores são sempre encontrados em dias com maior quantidade de vapor d'água presente na atmosfera (Alados et al., 1996).

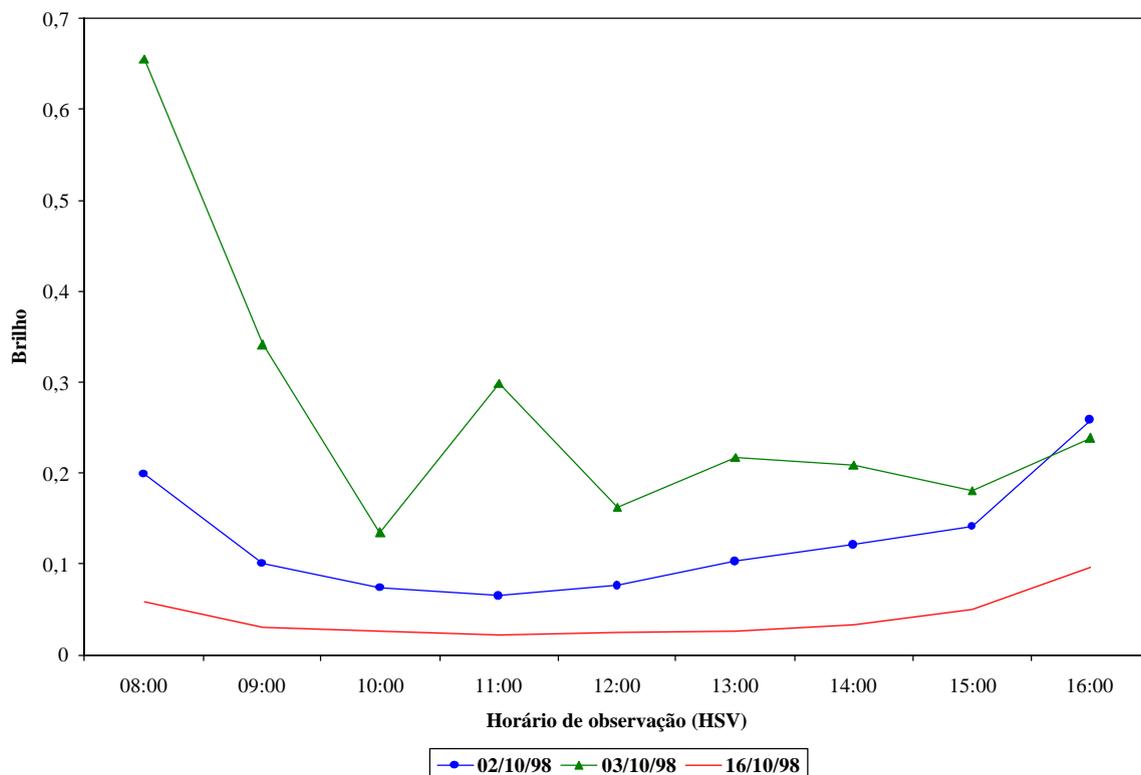


Figura 02 – Brilho da atmosfera em dias com distintas características de nebulosidade.

A Figura 03 expressa as estimativas da irradiação fotossinteticamente solar ativa nos dias e período estudados. Nesta Figura percebe-se claramente a semelhança existente entre os dias claro (16/10/98) e parcialmente nublado (02/10/98), com exceção apenas dos instantes finais (15:00 às 16:00 HSV) em que, no dia parcialmente nublado ocorreu aumento da irradiação fotossinteticamente ativa, diferindo assim dos outros dois dias considerados. No dia nublado (03/10/98) está bem caracterizado a influência do ângulo zenital na estimativa da irradiação fotossinteticamente ativa, principalmente uma hora antes e depois do meio dia solar verdadeiro.

Neste modelo de estimativa é importante destacar a irradiância solar difusa, pois a mesma contribui de forma determinante em qualquer instante de observação. Os erros do desvio padrão dos coeficientes foram em todos os casos da ordem de 0,001 e o coeficiente de correlação (R) foi aproximadamente 0,74 o qual é considerado bom e aceitável dentro dos critérios utilizados.

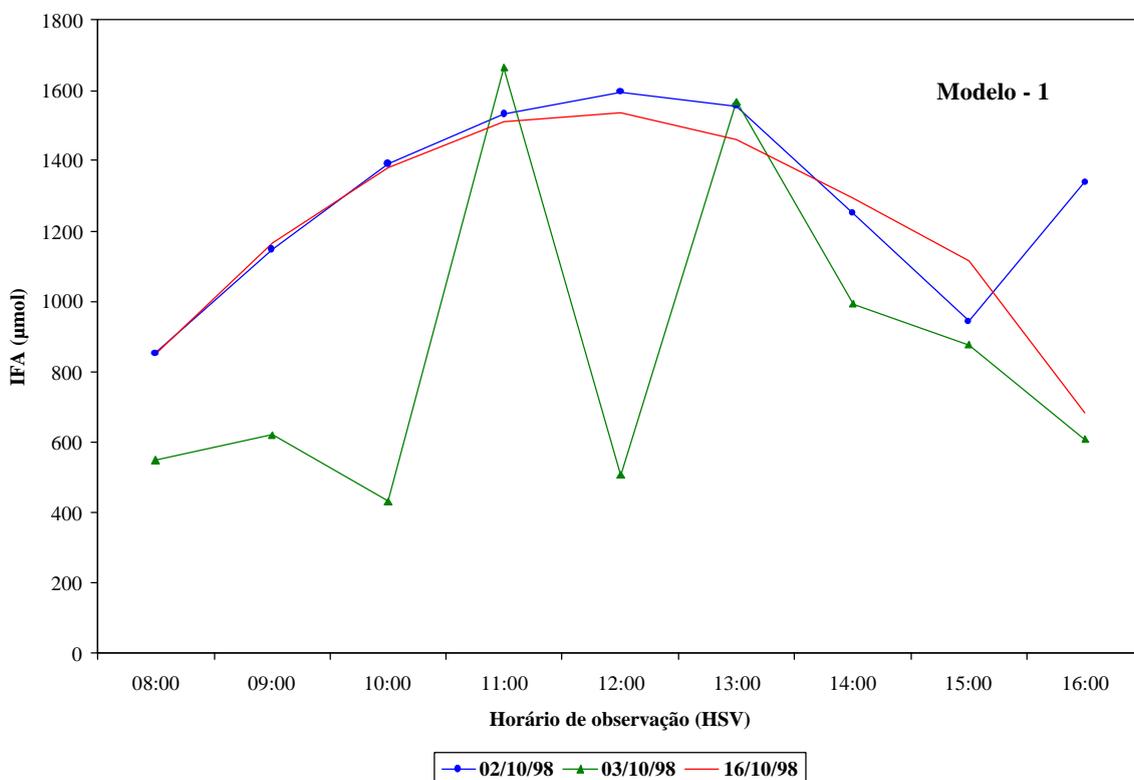


Figura 03 – Estimativas da irradiação solar fotossinteticamente ativa (IFA) em Pombal - PB.

As estimativas da irradiação solar fotossinteticamente ativa através do modelo - 2 para dias claro (16/10/98), parcialmente nublado (02/10/98) e nublado (03/10/98) encontram-se na Figura 04. Em todos as situações, verifica-se que existe muita semelhança entre os modelos 1 e 2 utilizados neste trabalho, evidenciando dessa forma que na ausência de informações das componentes de

irradiância solar direta e difusa separadamente, pode-se empregar os dados de irradiância solar global, por intermédio do modelo - 2, e chegar-se à praticamente os mesmos resultados.

Com relação a influência do ângulo zenital do sol nas estimativas da irradiação solar fotossinteticamente ativa, pode-se verificar que em ambos os modelos, a mesma é menor próxima aos instantes inicial e final do período observado, aumentando nos instantes do meio dia solar verdadeiro e próximos ao mesmo, tendo uma influência maior no modelo - 2. De acordo com Alados et al. (1996), devido a simplicidade do modelo - 2, o mesmo deverá ser usado na estimativa da irradiação solar fotossinteticamente ativa, principalmente porque este modelo também leva em consideração a irradiância solar global em todos os comprimentos de onda, que por sua vez, depende das condições atmosféricas naquele instante.

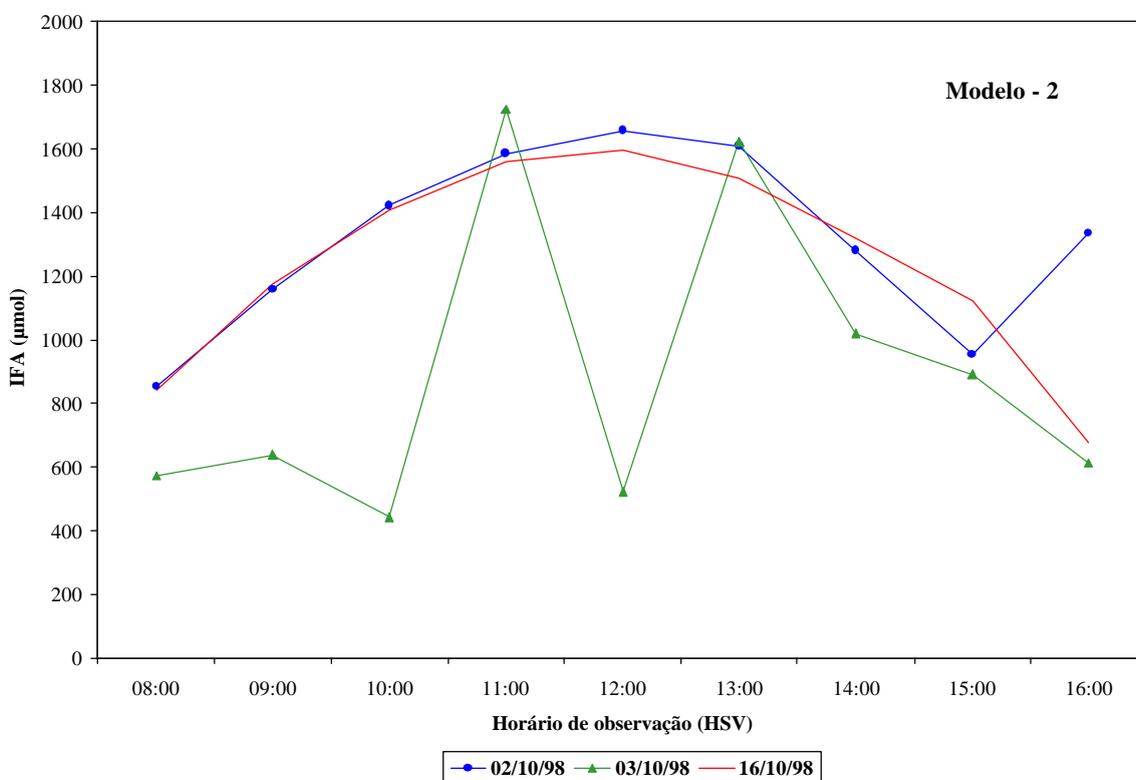


Figura 04 – Estimativas da irradiação solar fotossinteticamente ativa (IFA) em Pomba 1- PB.

CONCLUSÕES

- 1 – A claridade e o brilho da atmosfera são importantes e alteram significativamente na estimativa da irradiação solar fotossinteticamente ativa.
- 2 – Nas estimativas da irradiação solar fotossinteticamente ativa deverão ser sempre considerados os efeitos das condições atmosféricas.
- 3 – Existiram pequenas e irrelevantes diferenças entre os modelos 1 e 2 utilizados na estimativa da irradiação solar fotossinteticamente ativa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALADOS, I.; Foyo – Moreno, I.; ALADOS – ARBOLEDAS, L. Photosynthetically active radiation: measurements and modelling. **Agricultural and Forest Meteorology**, V. 78, p. 121 – 31, 1996.
- GUEYMARD, C. An atmospheric transmittance model for the clear sky beam, diffuse and global photosynthetically active radiation. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 45, p. 215 – 29, 1989.
- OLSETH, J. A. ; SKARTVEIT, A. Luminous efficacy models and their application for calculation of photosynthetically active radiation. **Solar Energy**, v.52, p. 391 – 99, 1993.
- PAPAIOANNOU, G.; PAPANIKOLAOU, N; RETAILS, D. Relationships of photosynthetically active radiation and shortwave irradiance. *Theoretical Applied Climatology*, v. 48, p. 23 – 7, 1993.
- PÉREZ, R. ; INEICHEN, P.; SEALS, R.; MICHALSKY, J. J.; STEWART, R. Modelling daylight availability and irradiance components from direct and global irradiance. **Solar Energy**, v. 44, p. 271 – 89, 1990.
- PINKER, R. T.; LASZLO, I. Global distribution of photosynthetically active radiation as observed from satellites. **Journal of Climate**, v. 5, p. 56 – 65, 1992.
- REITAN, C. H. Surface dewpoint and water vapor aloft. **Journal of Applied Meteorology**, v. 2, p. 776 – 79, 1963.