

ESTIMATIVA DA RADIAÇÃO FOTOSSINTETICAMENTE ATIVA E A SUA DISTRIBUIÇÃO ESPECTRAL HORÁRIA PARA PIRACICABA-SP

Hildeu Ferreira da Assunção (EMGOPA/UFG/CAJ, C.P.: 211, 75800-000, Jataí-GO) e Valter Barbieri (DFM/ESALQ/USP, C.P.: 9, 13418-900, Piracicaba-SP)

RESUMO

Medidas das densidades de fluxos radiantes global (290 a 2800 nm), fotossinteticamente ativa (400 a 700 nm) e infravermelho próximo (700 a 2800nm) foram tomadas com auxílio de Piranômetros com e sem filtro e ainda um sensor quântico nas condições atmosféricas de Piracicaba-SP. A análise dos dados permitiu estabelecer uma equação linear para estimar a **PAR=1,95Qg**, correspondendo a 44% do espectro global. Também determinou-se a distribuição horária do espectro para dias completamente limpos (PAR/Qg=45%, NIR/Qg=45% e UV/Qg=9%) e para dias completamente nublados (PAR/Qg=56, NIR/Qg=36% e UV/Qg=9%).

INTRODUÇÃO

Em toda história das civilizações o homem obteve da natureza toda energia para suprir suas necessidades, utilizando-se de fontes renováveis tais como a energia solar armazenada nas plantas pela fotossíntese, o que lhe permitiu suprir-se de calorias para seu organismo assim como da madeira para fins industriais e transportes. O método mais simples e racional do homem explorar a energia solar é através de plantas como: cana-de-açúcar, mandioca, milho, soja, babaçu, etc, transformando-as em combustíveis renováveis de indiscutível viabilidade técnica e econômica para o Brasil que dispõe de grandes áreas situadas na parte tropical do globo onde chega a maior densidade de fluxo radiante do planeta.

Dentro do processo biológico, o espectro radiante do sol é praticamente dividido em três faixas distintas de comprimentos de ondas, as quais são ultravioleta, de 290 a 400 nm, visível, de 400 a 700 nm e infravermelho próximo, de 700 a 2800 nm. A banda visível, também denominada de Radiação Fotossinteticamente Ativa (PAR) é de grande importância para os vegetais, uma vez que, estes absorvem a luz solar e convertem em energia química, na forma de carboidratos.

Esta radiação não é rotineiramente medida nas estações meteorológicas, no entanto é constantemente requerida com vários propósitos agrônômicos como, tais como, nas modelagens da fotossíntese e da produção de culturas de interesse econômico. Na modelagem da fotossíntese considera-se a fração PAR para dias completamente limpos ou para dias encobertos. Portanto, para dias parcialmente limpos a fração PAR não é facilmente estabelecida, visto a grande quantidade de fatores que a influenciam.

O objetivo do presente trabalho foi estabelecer estimativa da densidade de fluxo de fótons fotossintéticos (PAR) em função da radiação global, bem como a distribuição espectral horária dos fluxos radiante global, fotossinteticamente ativa, infravermelha próxima (NIR), ultravioleta (UV) e relação PAR/Qg nas condições atmosféricas de Piracicaba-SP.

MATERIAIS E MÉTODOS

As observações radiométricas foram conduzidas na Estação Agrometeorológica da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", ESALQ-USP, Campus de

Piracicaba, Estado de São Paulo, 22°42'S, 47°38'W e 570 m de altitude. O ensaio constou do registro contínuo das densidades de fluxo radiante global, Fotossinteticamente ativa e Infravermelha próxima, a 1,5 m acima da superfície do solo durante os meses de junho a dezembro de 1993, utilizando-se dois piranômetros EPS e um Sensor Quântico fotovoltaico (Tabela 1) acoplados a um registrador potenciométrico com 3 canais para registro contínuo.

CARACTERÍSTICA	SENSOR Qg	SENSOR PAR	SENSOR NIR
MODELO	EPPLEY PSP	LI-190SB	EPPLEY PSP
SENSIBILIDADE	9,05mV/kW.m ⁻²	5mV/mE.m ⁻² .s ⁻¹	10,48mV/kW.m ⁻²
ESPECTRO	290 a 2800 nm	400 a 700 nm	700 a 2800 nm
FILTRO	WG 295		RG 695
ERRO	± 5%	±5%	±5%

Os registros foram integrados, separando-se os dias com céu totalmente limpo dos dias com céu totalmente nublado. O fator de McCREE (1972), 4,57 µE/J para céu limpo e 4,24 µE/J para céu totalmente nublado foi aplicado para converter a PAR em W/m² e MJ/m².dia.

A radiação fotossinteticamente ativa foi correlacionada com a radiação global independente das condições atmosféricas. A radiação ultravioleta (W/m²) foi determinada a partir de resíduos da radiação global menos o somatório das radiações fotossinteticamente ativa e a infravermelha próxima, **UV=Qg-(PAR+NIR)**.

RESULTADOS

A regressão linear correspondente à densidade de fluxo de fótons fotossintéticos em função da radiação global, independente das condições atmosféricas resultou a equação **PAR/Qg=1,95 µE/J**, correspondendo a 44% do espectro global (Figura 1), o qual mostrou-se menor que 2,23 µE/J encontrado no sul do Brasil por ASSIS & MENDEZ (1989), mas tornou-se próximo a 1,91 µE/J encontrado por MEEK et al (1984) em Phoenix, também foi menor que 2,04 µE/J determinado em Fresno por HOWELL & MEEK (1983). Segundo estes autores, estas variações são atribuídas às condições atmosféricas diversas como nebulosidade, água precipitável e também aos diferentes modelos de estimativas.

Na distribuição para dia com céu limpo (Figura 2), nota-se, portanto que a fração $\eta=PAR/Qg$ é ligeiramente maior entre 6:00 e 8:00 horas e entre 16:00 e 18:00 horas. Outra observação importante é que a radiação fotossinteticamente ativa permanece maior que a radiação infravermelha próxima nestes mesmos intervalos horários, devido ao maior caminho ótico e à grande quantidade de vapor d'água que a radiação solar tem que atravessar neste período do dia. No entanto, à medida que a altura solar se eleva há um aumento acentuado da radiação infravermelha próxima, uma vez que o caminho ótico é menor ao meio dia.

Na distribuição média horária (Figura 3) para um dia nublado, nota-se que, quando há nuvens a radiação fotossinteticamente ativa permanece ligeiramente maior que a radiação infravermelha próxima, devido à grande quantidade de vapor d'água na atmosfera, proporcionando o aumento da fração PAR dentro da radiação global.

Para um dia completamente limpo a fração PAR/Qg foi igual a fração NIR/Qg, ou seja, 45%. Para um dia totalmente nublado PAR/Qg foi igual a 56% e NIR/Qg foi igual a 36%. Quanto à radiação ultravioleta, esta ficou praticamente constante, em

torno de 9%, independente das condições de cobertura do céu. Todavia como já foi dito anteriormente, a observação do ultravioleta através da diferença $Q_g - (NIR + PAR)$ não permite grande precisão. Para uma melhor análise desta fração da radiação seria necessário o uso de equipamento específico.

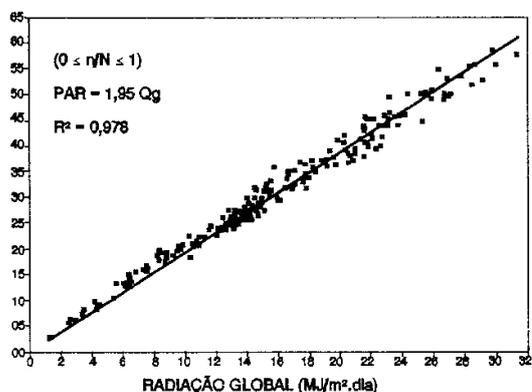


Figure 10: Relação entre PAR ($E/m^2.dia$) e Q_g ($MJ/m^2.dia$) em Piracicaba-SP, em 211 dias, entre junho a dezembro de 1993.

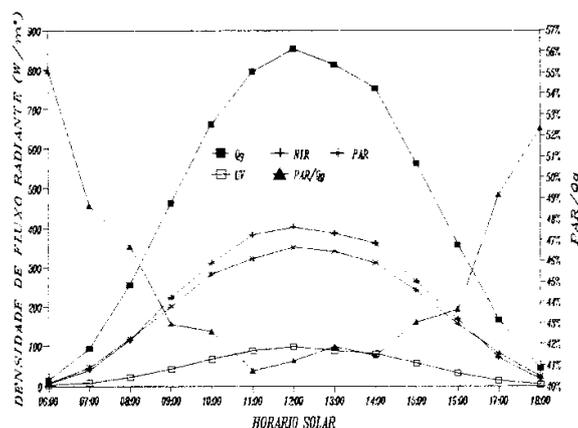


Figure 11: Distribuição espectral de Q_g , PAR, NIR, UV e PAR/Q_g para um dia com céu completamente limpo. (Piracicaba-SP)

BIBLIOGRAFIAS

- ALMEIDA, R.; SALATI, E.; VILLA NOVA, N. A. Distribuição espectral e coeficientes de transmissão da radiação solar para condições de céu limpo em Manaus. **Acta Amazonica**, Manaus, **9**(2):279-85, 1979.
- ASSIS, F.N. & MENDEZ, M.E.G. Relação entre radiação fotossinteticamente ativa e radiação global. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, **24**(7):797-800, 1989.
- ASSUNÇÃO, H.F. da, **Relações entre a radiação fotossinteticamente ativa e a radiação global em Piracicaba-SP**. Piracicaba: ESALQ/Depto de Física e Meteorologia, 1994. 41p. TESE DE MESTRADO.
- HOWELL, T.A.; MEEK, D.W.; HATFIELD, J.L. Relationship of photosynthetically active radiation to shortwave in the San Joaquin Valley. **Agricultural Meteorology**, Amsterdam, **70**:157-75, 1983.
- HOWELL, T.A.; MEEK, D.W.; HATFIELD, J.L.; IDSO, S.B.; REJINATO, R.J. A generalised relationship between photosynthetically active radiation and solar radiation. **Agronomy Journal**, Madison, **76**:939-45, 1984.
- McCREE, K. J. Test of current definitions of photosynthetically active radiation against leaf photosynthesis data. **Agricultural Meteorology**, Amsterdam, **10**: 443-53, 1972.

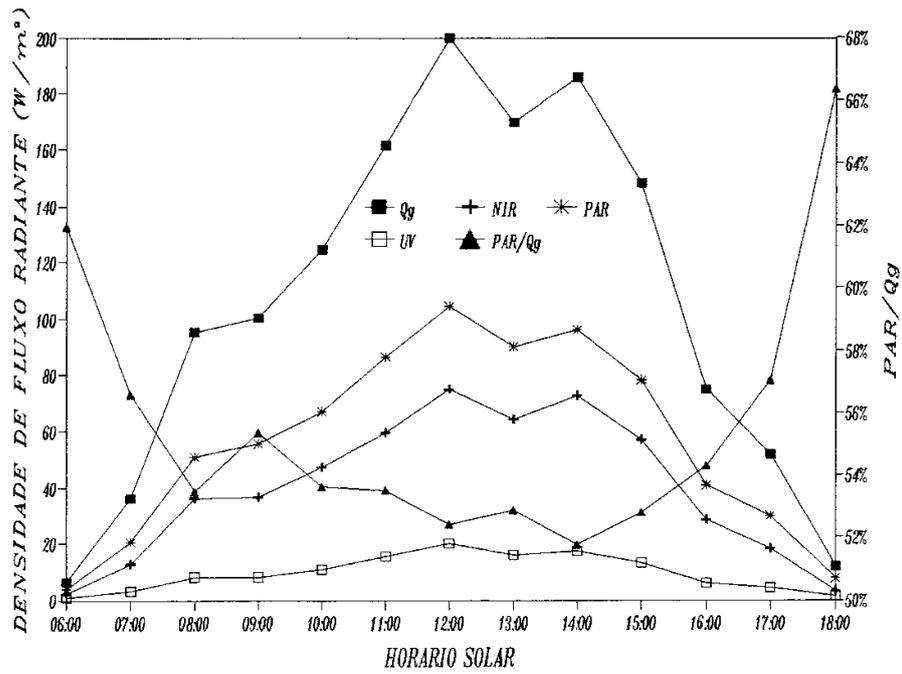


Figure 12: Distribuição espectral de Qg, PAR, NIR, UV e PAR/Qg para um dia com céu totalmente nublado (Piracicaba-SP).