

ESTIMATIVA DA RADIAÇÃO FOTOSINTETICAMENTE ATIVA DIRETA NA HORIZONTAL HORÁRIA EM FUNÇÃO DO ÍNDICE DE CLARIDADE Kt.

Eduardo Nardini GOMES¹, João Francisco ESCOBEDO, Rodrigo ANGELA & Valéria de Almeida FRISINA

1. INTRODUÇÃO

Os estudos sobre crescimento e rendimento de plantas requerem o conhecimento da radiação fotossinteticamente ativa (PAR), que é representada pelo comprimento de onda de 0,4 a 0,7 μm do espectro radiante do sol (Rao, 1984). Para aplicações agrícolas, a PAR global desempenha importante papel já que é diretamente relacionada à fotossíntese. As plantas utilizam tanto da radiação solar direta quanto difusa na realização do processo fotossintético (Karalis, 1989). Diversos autores buscaram quantificar a componente direta da radiação fotossinteticamente ativa global (Karalis, 1989; Alados, 1999). A fração direta da PAR global é dificilmente medida e quantificada no mundo científico, bem como poucos trabalhos foram desenvolvidos com esta componente, já que esta necessita de um pireliômetro funcionando de rotina para que seja constituído o banco de dados. Devido à dificuldade de obtenção de tais medidas, e do alto custo dos equipamentos de medida desta radiação, o desenvolvimento equações de estimativa é de grande importância às diversas regiões do mundo que não dispõe destes sensores. O objetivo deste trabalho é o desenvolvimento de equações logística e exponencial para a estimativa da radiação PAR_{DH} em função do índice de claridade (Kt) para Botucatu.

2. MATERIAL E MÉTODOS

As medidas da radiação global e fotossinteticamente ativa direta na horizontal (PAR_{DH}) foram realizadas no período de 01 de junho de 1999 a 31 de dezembro de 2000, na Estação de Radiometria Solar de Botucatu, situada no Departamento de Recursos Naturais da FCA, UNESP, Botucatu, SP. As medidas das radiações foram realizadas utilizando-se de um pireliômetro com sensor seletivo espectralmente de 0,35 μm a 0,70 μm da LI-COR, instalado num rastreador solar ST3 da Eppley, e posicionados 1,5 m acima da superfície do solo. Na aquisição dos dados foi utilizado um DATALOGGER CAMPBELL 23X operando na frequência de 1 Hz e armazenando médias de 5 minutos

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 apresenta o comportamento da radiação fotossinteticamente ativa direta na horizontal em função do índice de claridade (Kt) na partição de tempo horária. A radiação fotossinteticamente ativa direta na horizontal possui um comportamento crescente, não linear, apresentando vários valores de PAR_{DH} para apenas um valor de Kt. Os valores de Kt superiores a 0,78 não apresentam correlação devido ao efeito de multireflexões, sendo parte destas associadas a reflexão por nuvens, como relatado por Suehrche & McComick (1988).

Com uma base de dados de 1 ano ajustou-se um modelo exponencial, expresso por:

$$PAR_{DH} = 0,00556 * e^{(Kt/0,13966)}$$

O modelo apresentou r^2 de 0,9441, e indicativos estatísticos M.B.E. e R.M.S.E respectivamente iguais a 0,0220 e 0,0874.

¹ F.C.A. UNESP. E-mail: engomes@fca.unesp.br

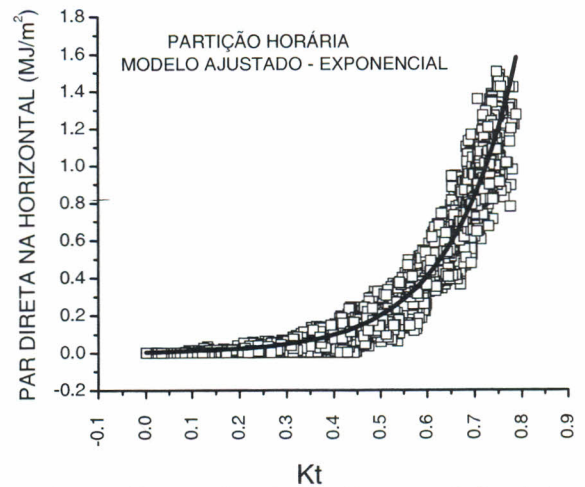


Figura 1 – PAR_{DH} em função do Kt na partição de tempo horária e o modelo exponencial ajustado

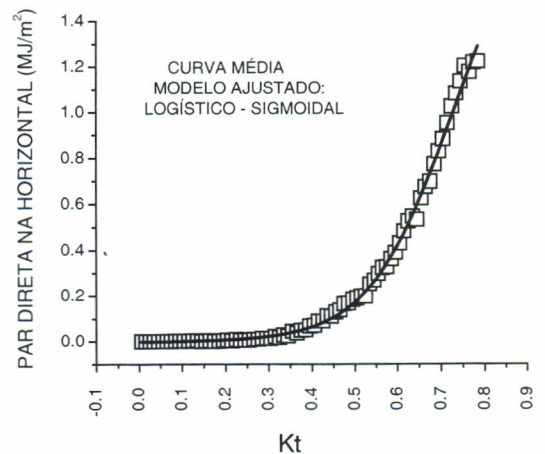


Figura 2 - Curva média de PAR_{DH} em função de Kt e o modelo logístico de Boltzmann ajustado.

O ajustamento do modelo foi testado pelo índice de aceitação d de Willmott (1981), sendo $d=0,9823$, indicando que o modelo apresenta um nível de aceitação próximo de 1, o que indica um grade ajustamento do modelo proposto. Com a base de dados anual, na partição horária, desenvolveu-se uma curva média de PAR_{DH} em função de Kt expressa na Figura 2. Através desta curva média foi ajustado um modelo logístico de Boltzmann definido por:

$$PAR_{DH} = \frac{(-0,00258 - 2,01377)}{1 + e^{\left(\frac{Kt - 0,72892}{0,09733}\right)}}$$

O modelo logístico foi o que apresentou melhor ajuste, com r^2 de 0,9976, superior ao obtido pelo modelo exponencial, e indicativos estatísticos M.B.E. de 0,0120 e R.M.S.E igual a 0,0798, com valores inferiores ao modelo exponencial. O ajustamento do modelo logístico foi testado pelo mesmo índice de aceitação d de Willmott (1981), sendo $d=0,9857$, indicando que o modelo apresenta um alto nível de aceitação, superior ao modelo exponencial.

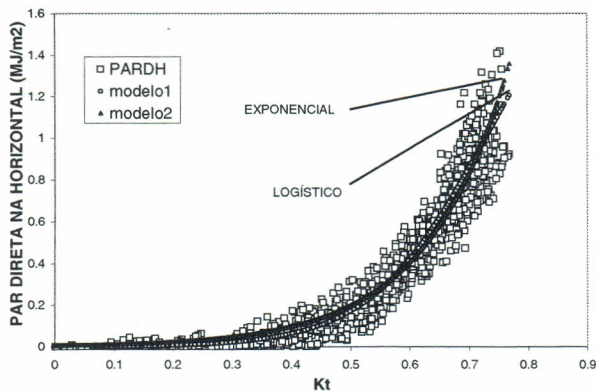


Figura 3 - Dados utilizados na validação dos modelos propostos e as respectivas curvas geradas pelos modelos logístico (modelo 1) e exponencial (modelo 2)

A validação dos modelos foi realizada com um conjunto de dados de 6 meses posteriores aos utilizados no desenvolvimento dos mesmos. A figura 3 ilustra os dados utilizados na validação dos modelos propostos e as respectivas curvas geradas com estes dados pelos modelos exponencial (modelo 2) e logístico (modelo 1).

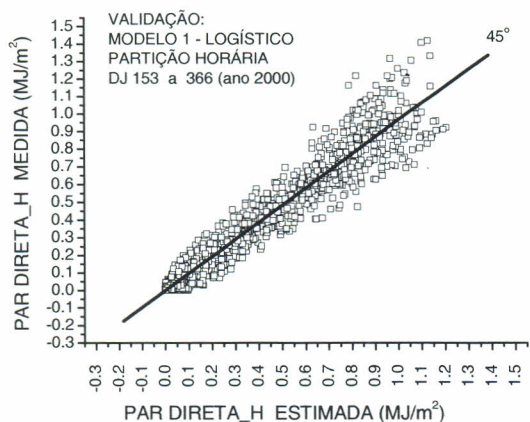


Figura 4 - Regressão linear entre a PAR direta na horizontal (MJ/m²) estimada pelo modelo logístico e a PAR direta na horizontal (MJ/m²) medida

A figura 4 ilustra a validação do modelo logístico, apresentando a regressão linear entre a PAR direta na horizontal (MJ/m²) estimada e medida. Os parâmetros b e r^2 foram respectivamente iguais a 0.9653 e 0.9454.

A validação do modelo exponencial está ilustrada na figura 5, onde através de regressão linear entre a PAR direta

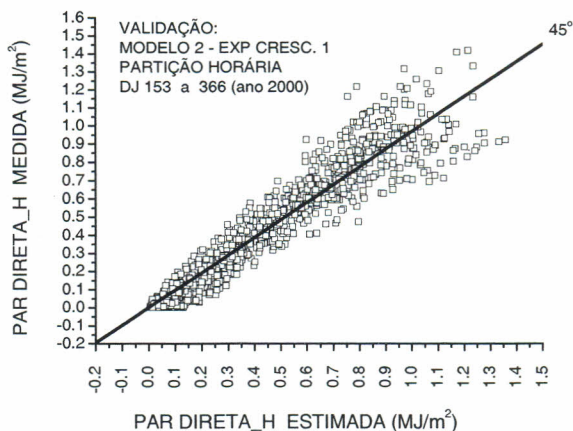


Figura 5 - Regressão linear entre a PAR direta na horizontal (MJ/m²) estimada pelo modelo exponencial e a PAR direta na horizontal (MJ/m²) medida.

na horizontal (MJ/m²) estimada e medida, obteve-se os parâmetros b igual a 0,9679 e r^2 igual a 0.9368.

4. CONCLUSÕES

Pode-se estimar a radiação fotossinteticamente ativa direta na horizontal em função do índice de claridade K_t para o município de Botucatu com o modelo logístico e o exponencial. O modelo logístico se comportou melhor que o exponencial, já que apresentou menores índices estatísticos M.B.E., R.M.S.E., maiores r^2 e índice d de Willmott, além dos valores estimados pelo modelo logístico serem mais próximos dos valores medidos que os valores estimados pelo modelo exponencial.

5. REFERÊNCIAS

- ALADOS, I. & ALADOS-ARBOLEDAS, L. Direct and diffuse photosynthetically active radiation: measurements and modelling. *Agricultural and Forest meteorology*, v. 93, p. 27-38, 1999.
- KARALIS, J. D. Characteristics of direct photosynthetically active radiation. *Agricultural and Forest Meteorology*, v. 48, p. 225-34, 1989.
- RAO, C.R.N. Photosynthetically active components of global solar radiation: measurements and model computation. *Archives for Meteorology, Geophysics and Bioclimatology*. Ser. B. 34, p. 353-64, 1984.
- SUEHRCKE, H., McCORMICK, P. G. The frequency distribution of instantaneous insolation values. *Solar Energy*, v.40, p.413-22, 1988.
- WILLMOTT, C. J. On the validation of models. *Physical Geography*, v.2, p.184-94, 1981.