

# RELAÇÃO ENTRE RADIAÇÃO FOTOSINTETICAMENTE ATIVA E RADIAÇÃO GLOBAL<sup>1</sup>

FRANCISCO NETO DE ASSIS e MARTA ELENE G. MENDEZ<sup>2</sup>

**RESUMO** - Medidas simultâneas de radiação global (K) (MJ/m<sup>2</sup>.dia) e de radiação fotossinteticamente ativa (RFA) (E/m<sup>2</sup>.dia) foram obtidas, no período de um ano, nas condições climáticas de Pelotas, RS. A análise dos dados permitiu o estabelecimento de uma equação linear para expressar a relação entre RFA e K na forma  $RFA = 2,23 K$ . Verificou-se que a radiação de onda curta na faixa de RFA (400-700 nm) foi cerca de 47% do espectro solar. A radiação fotossinteticamente ativa pode ser estimada com base na medida da radiação global ( $X2,23$ ) com erro relativo médio da mesma ordem de grandeza das medidas das duas variáveis.

Termos para indexação: equação linear, radiação de onda curta, espectro solar.

## RELATIONSHIP BETWEEN PHOTOSYNTHETICALLY ACTIVE RADIATION AND GLOBAL RADIATION

**ABSTRACT** - Global radiation (K) (MJ/m<sup>2</sup>.day) and photosynthetically active radiation (PAR) (E/m<sup>2</sup>.day) measurements were made for 1 year at Pelotas, RS under climatic conditions. The data analysis permitted the development of a linear equation to express the relationship of PAR as a function of K in the form  $PAR = 2.23 K$ . Shortwave radiation in the PAR waveband (400-700 nm) was about 47% of solar radiation. It photosynthetically active radiation can be estimated as a function of global radiation ( $X2.23$ ), with mean relative error of the same order of the measurements error of the two variables.

Index terms: linear equation, shortwave radiation, solar radiation.

## INTRODUÇÃO

A radiação solar é praticamente a única fonte de energia para os processos fisiológicos e bioquímicos que ocorrem nos vegetais. A produção final de matéria seca de uma planta depende, em uma instância, da eficiência com que as folhas convertem energia radiante em energia química através da fotossíntese. Contudo, somente uma fração do espectro solar é utilizada pelas plantas no processo de conversão, por causa da sensibilidade seletiva dos cloroplastos. Esta fração, denominada de radiação fotossinteticamente ativa (RFA), é considerada como sendo o fluxo de fótons na faixa de 400 a 700 nm do espectro solar (McCree 1972). A exata relação entre o fluxo de fótons e o fluxo de energia na RFA é dependente da fonte luminosa e do comprimento de onda da radiação, mas, em termos médios, McCree (1972) determinou os valores de 4,57E/Joule nas condições naturais de luminosidade e de 4,27E/J, em condições de completa radiação difusa. Monteith (1973) e Szeicz (1974) consideraram que a radiação solar na faixa espectral de RFA é da ordem de 50% da radia-

ção medida por um radiômetro convencional, embora muitos outros autores tenham reportado razões da ordem de 44% a 69% (Howell et al. 1983, Pereira et al. 1982, Britton & Dodd 1976).

A RFA não é medida rotineiramente nas estações agroclimáticas brasileiras e de outras partes do mundo. Contudo, tais medidas são requeridas na estimativa da radiação interceptada por uma comunidade de plantas, com diversos propósitos, entre os quais, a modelagem da fotossíntese e do crescimento (Hatfield & Carlson 1978). Por esta razão, diversos pesquisadores procuram estabelecer a relação entre RFA e medidas mais comuns de radiação, como Hodges & Kanemasu (1977), Arkin et al. (1978), Britton & Dodd (1976), Howell et al. (1983), os quais demonstraram, também, a necessidade de calibração local da relação obtida.

O objetivo central do presente trabalho foi estabelecer a relação entre os fluxos de radiação fotossinteticamente ativa (RFA) e de radiação global (K), nas condições de Pelotas, Rio Grande do Sul.

## MATERIAL E MÉTODOS

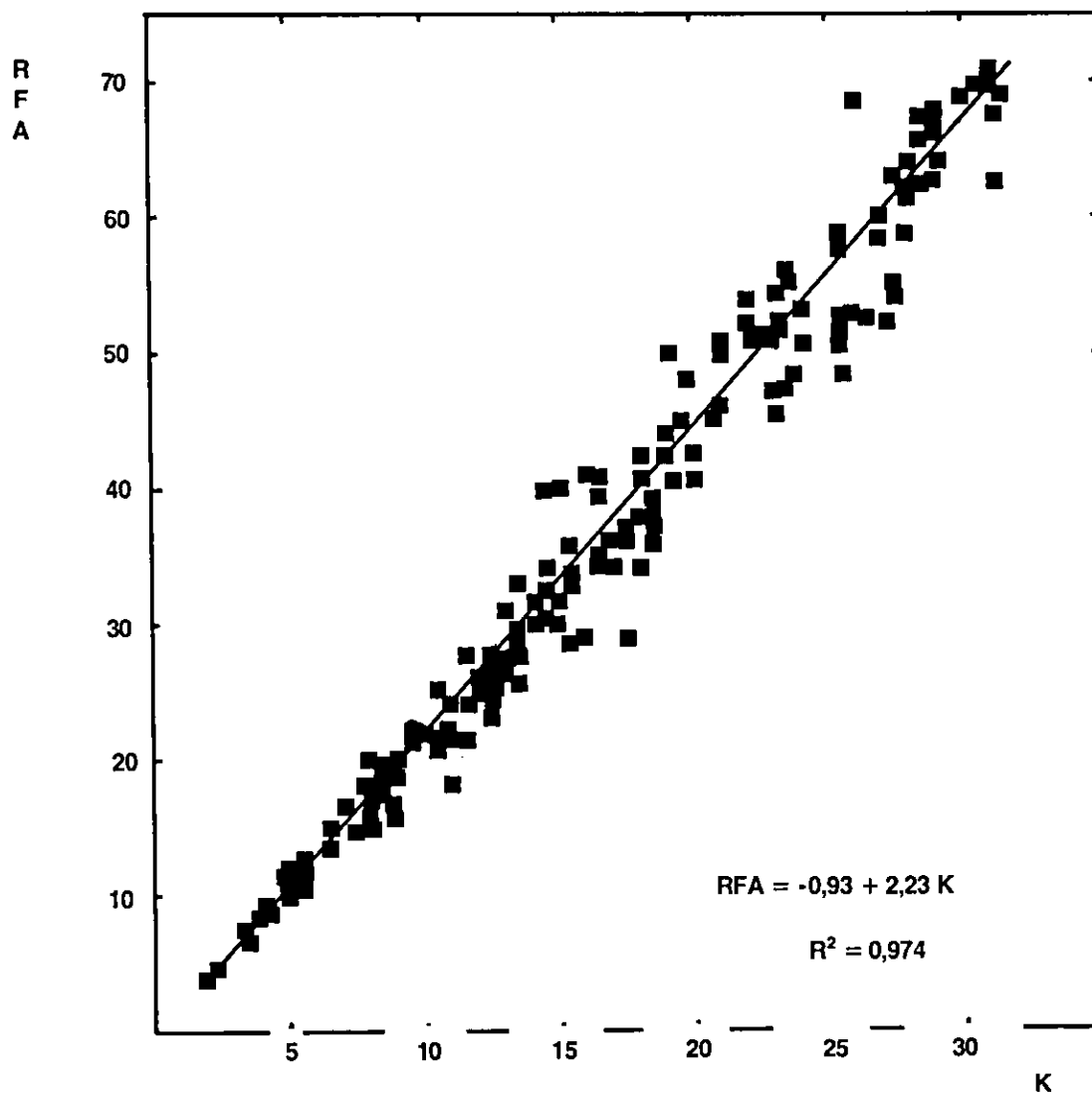
Durante o período de dezembro de 1982 a maio de 1983, foram obtidas, na Estação Agroclimatológica da Universidade Federal de Pelotas (Lat. 31 52' S, Long. 52 21' W e Alt. 13 m), medidas dos totais diários das densidades de fluxo de radiação global (K) e de radiação fotossinteticamente ativa (RFA). Os sensores utilizados estão indicados na Tabela 1.

<sup>1</sup> Aceito para publicação em 11 de fevereiro de 1988. Trabalho realizado com recursos do Convênio EMBRAPA/UFPEL.

<sup>2</sup> Eng. - Agr., Prof. de Climatol. Agrícola, Dep. de Fitotec. da Fac. de Agron. Eliseu Maciel, Caixa Postal 354, CEP 96100 Pelotas, RS.

TABELA 1. Sensores utilizados nas medidas de radiação fotossinteticamente ativa (RFA) e radiação global (K).

Característica	Sensor de K	Sensor de RFA
Modelo	LI - 200 SB	LI - 192 SB
Sensibilidade	10 mV/1000 W.m <sup>-2</sup>	3,03 uA/1000 E.s <sup>-1</sup> .m <sup>-2</sup>
Resposta espectral	390 - 1120 nm	400 - 700 nm
Calibração	27.01.82	04.05.82
Estabilidade da calibração	± 2%/ano	± 2%/ano

FIG. 1. Relação entre RFA (E/m<sup>2</sup>.dia) e K (MJ/m<sup>2</sup>.dia) em Pelotas, RS, em 175 dias, entre dezembro de 1982 e novembro de 1983.

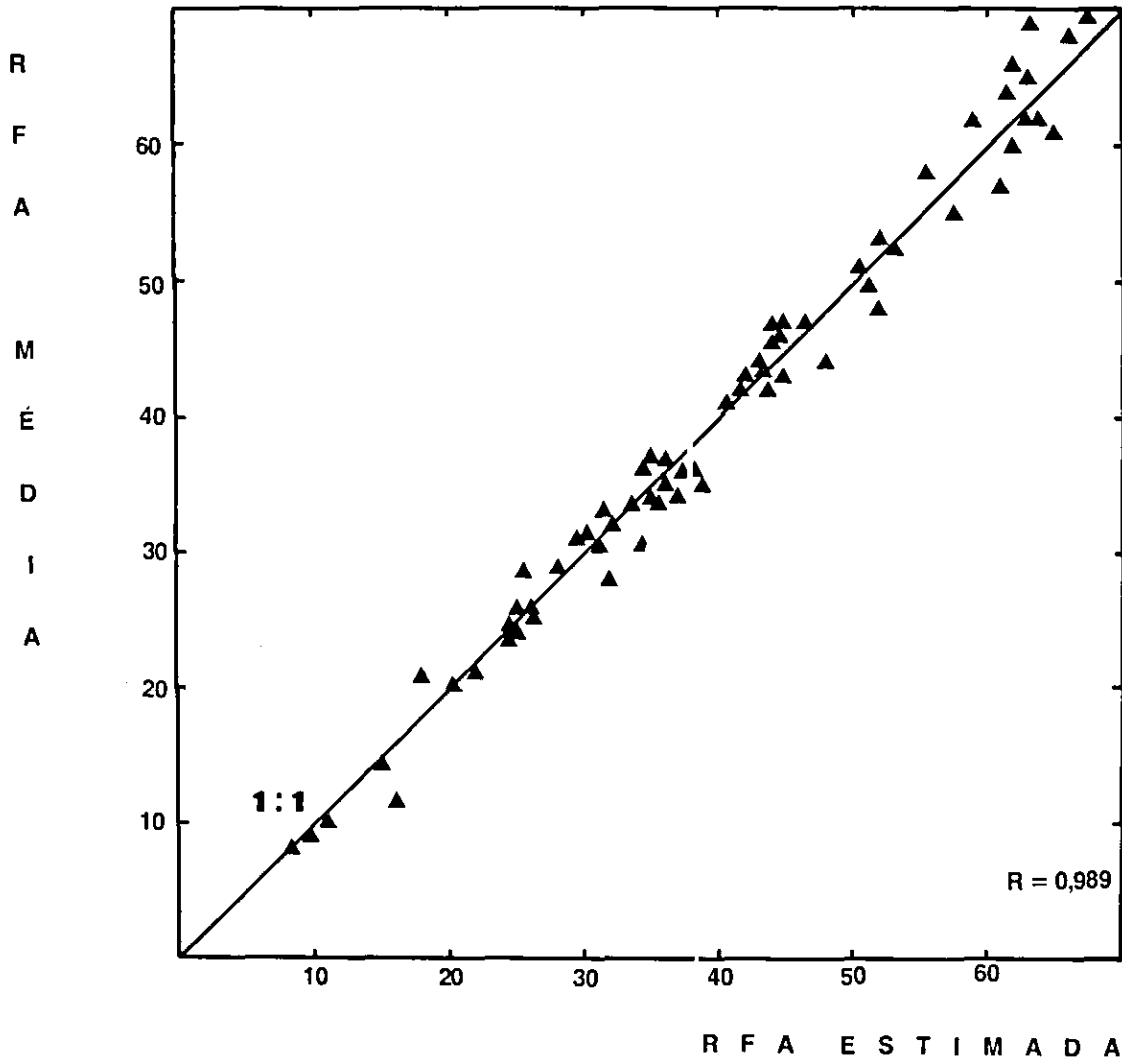


FIG. 2. RFA ( $E/m^2, dia$ ) medida no período de dezembro de 1983 a maio de 1984, comparada com a RFA estimada com base na relação  $RFA = 2,23K$ .

O sensor de RFA foi acoplado a um integrador modelo LI-550B ajustado para imprimir o total de cada hora. O sinal do sensor de K foi registrado continuamente em um registrador Ph. Shenk, modelo STD-22. Os totais diários foram obtidos pela integração dos registros horários.

Durante o período de medidas ocorreram diversas interrupções no funcionamento dos equipamentos. Aliada a este fato, a curva obtida no registrador STD-22 em dias de nebulosidade variável foi praticamente impossível de ser integrada. Com isso, foram aproveitados apenas 240 valores diários de um total de 500 dias de observação. O conjunto total de dados foi dividido em dois grupos: um, com 175 valores, correspondente ao período de novembro de 1982 a dezembro

de 1983, foi utilizado no desenvolvimento da relação entre K e RFA; o segundo, com 65 valores, de dezembro de 83 a maio de 84, foi utilizado para testar a relação obtida.

#### RESULTADOS E DISCUSSÃO

A unidade de energia radiante no Sistema Internacional de Unidades (SI) é o Watt (W). Não existe no SI uma unidade para fluxo de fótons. A RFA é medida em Einstein (E), que corresponde ao número

de Avogrado de fótons, ou seja,  $1E = 1$  mole de fótons ( $6,023 \cdot 10^{23}$  fótons). Os termos "densidade de fluxo de fótons fotossintéticos", com unidade de  $E/sg \cdot m^2$  e "densidade de fótons fotossintéticos" em  $E/m^2$  (Savage 1979) são usados extensivamente para expressar RFA. No presente trabalho, os dados diários de RFA foram expressos em  $E/m^2$ , e os de radiação global, em  $W/m^2$ . Contudo, para se ter números da mesma ordem de grandeza, os valores de radiação global foram convertidos para  $MJ/m^2$  ( $1W = 1J/seg$ ).

No período de observação os valores de RFA variaram entre 4,8 e 71,2  $E/m^2$ , com média de 36,6  $E/m^2$ , e os de K, entre 2,2 e 31,7 com média de 16,9  $MJ/m^2$ .

A análise dos dados obtidos no período de dezembro de 1982 a novembro de 1983 permitiram estabelecer a seguinte relação:  $RFA = -0,93 + 2,23 K$  com coeficiente de correlação de 0,987. Tal relação é representada graficamente na Fig. 1. Desde que o coeficiente linear (-0,93) não difere estatisticamente de zero ao nível de significância de 1%, a relação entre RFA e K pode ser representada mais simplesmente por  $RFA = 2,23 K$ . O valor 2,23 é consistente com valores relatados por outros autores. Britton & Dodd (1976), no Texas, EUA, encontraram a relação K/RFA variando entre 2,0 e 2,15; Hodges & Kanemasu (1977) reportam o valor de 2,17, enquanto Hodges et al. (1979), para a mesma localidade, citam 2,55; Howell et al. (1983) concluíram que no vale de San Joaquin, na Califórnia, a RFA situa-se entre 2,0 e 2,1 vezes a radiação global.

Para testar a validade da relação obtida, foram utilizados os dados coletados entre dezembro de 1983 a maio de 1984, num total de 65 pares de valores. A dispersão dos valores medidos e estimados ( $RFA = 2,23 K$ ) é mostrada na Fig. 2, onde o coeficiente de correlação foi de 0,989. O erro relativo médio situou-se na faixa de 5%, o qual se encontra dentro da faixa de erro de medida dos parâmetros estudados.

Admitindo a relação e McCree (1972), ou seja, 4,57  $E/J$ , os dados aqui analisados demonstraram que a radiação solar na faixa espectral da RFA foi, em média, da ordem de 47,4%, valor superior ao encontrado por Howells et al. (1983), inferior ao de Szeicz (1974) e Monteith (1973) e similar ao observado por Pereira et al. (1982).

## CONCLUSÕES

1. A radiação fotossinteticamente ativa em  $E/m^2$ , nas condições de Pelotas, pode ser estimada por 2,23 vezes a radiação global em  $MJ/m^2$ .

2. Nas mesmas condições, o erro relativo médio da estimativa de RFA situou-se dentro da faixa de erro de medida dos dois parâmetros.

3. A radiação solar na faixa do espectro de RFA, observada neste trabalho, foi de cerca de 47% do espectro solar.

## REFERÊNCIAS

- ARKIM, G.F.; RITCHIE, J.T.; MASS, S.J. A model for calculating light interception by a grain sorghum canopy. *Trans. Am. Soc. Agr. Eng.*, 21(2):303-308, 1978.
- BRITTON, C.M. & DODD, J.D. Relationships of photosynthetically active radiation and shortwave irradiance. *Agric. Meteorol.*, 17:1-7, 1976.
- HATIFIELD, J.L. & CARLSON, R.E. Photosynthetically active radiation,  $CO_2$  uptake, and stomatal diffusive resistance profiles within soybean canopies. *Agron. J.*, 70:592-6, 1978.
- HODGES, T. & KANEMASU, E. Modeling daily dry matter production of winter wheat. *Agron. J.*, 69:974-8, 1977.
- HODGES, T.; KANEMASU, E.; TEARE, I. Modeling dry matter accumulation and yield of grain sorghum. *Can. J. Plant Sci.*, 59:803-18, 1979.
- HOWELL, T.A.; MEEK, D.W.; HATIFIELD, J.L. Relationship of photosynthetically active radiation to shortwave radiation in the San Joaquin Valley. *Agric. Meteorol.*, 28:157-75, 1983.
- MCCREE, K.J. Test of current definitions of photosynthetically active radiation against leaf photosynthesis data. *Agric. Meteorol.*, 10:443-53, 1972.
- MONTEITH, J.L. *Principles of environmental physics*. London, Edward Arnold, 1973. 241p.
- PEREIRA, A.R.; MACHADO, E.C.; CAMARGO, M.B.P. Solar radiation regime in three cassava (*Manihot esculenta* Crantz) canopies. *Agric. Meteorol.*, 26:1-10, 1982.
- SAVAGE, M.J. Use of the international system of units in the plant sciences. *Hortscience*, 14:492-5, 1979.
- SZEICZ, G. Solar radiation for plant growth. *J. Appl. Ecol.*, 11:617-36, 1974.