

## ESTIMATIVA DA RADIAÇÃO LÍQUIDA DA REGIÃO DE DOURADOS, MS

Carlos Ricardo Fietz<sup>1</sup>, Milson Evaldo Serafim<sup>2</sup>, Paula Pinheiro Padovese Peixoto<sup>3</sup>

**ABSTRACT** - The aim of this work was to develop equations to estimate net radiation in Dourados, Mato Grosso do Sul State, Brazil. To do so, we used 509 daily observations of net radiation, global radiation, and air temperature. Another database containing 78 daily observations of net radiation, global radiation, and air temperature was used to independently test the models. Climatic data were collected from an automatic meteorological station installed in Dourados. The model which showed the best estimates was the one which included global radiation. The equation based on the extraterrestrial radiation and the maximum and minimum air temperatures also showed satisfactory performance. In general, these models can be used to estimate net radiation in the region of Dourados.

### INTRODUÇÃO

A radiação líquida é a principal fonte de energia para vários processos naturais, como a evapotranspiração. A radiação líquida pode ser medida, mas os equipamentos utilizados para este fim apresentam a limitação de serem caros. Além disso, alguns modelos de saldo-radiômetros apresentam também dificuldades na manutenção, necessitando troca periódica de alguns componentes.

A radiação líquida pode também ser obtida através de estimativas. A metodologia padrão para calcular a radiação líquida é a recomendada pela FAO (Allen et al., 1998), que necessita de vários elementos meteorológicos, algumas vezes não disponíveis. Uma alternativa para contornar este problema é estabelecer modelos de estimativa de radiação líquida mais simplificados, com base em poucos elementos meteorológicos, preferencialmente de fácil determinação, e validados para regiões específicas.

Considerando a importância de se definir modelos confiáveis para o cálculo da radiação líquida, realizou-se este trabalho cujo objetivo foi estabelecer quatro equações de regressão para a estimativa da radiação líquida da região de Dourados, MS.

### MATERIAL E MÉTODOS

A série de dados climáticos utilizada neste trabalho foi coletada em uma estação meteorológica automática, instalada na *Embrapa Agropecuária Oeste* em Dourados, MS, cujas coordenadas geográficas são: 22° 16' S, 54° 49' W e 452 m de altitude.

Foram utilizadas 509 observações diárias de radiação líquida, radiação solar e de temperaturas média, máxima e mínima do período de 21/11/2000 a 09/06/2002. Uma segunda série de dados, com 78 observações diárias dos mesmos elementos climáticos, do período de 06/06/2004 a 22/08/2004, foi utilizada para validar as equações geradas.

Um sistema de aquisição de dados realizou, a cada dez segundos, as medidas dos elementos meteorológicos.

Foram ajustados quatro tipos de equações para estimativa da radiação líquida:

$$R_n = a + b (TM)^c Ra \quad (1)$$

$$R_n = a + b (TM - T_m)^c Ra \quad (2)$$

$$R_n = a + b (T)^c Ra \quad (3)$$

$$R_n = a + b R_s \quad (4)$$

Sendo: T a temperatura média (°C), TM a temperatura máxima (°C), Tm a temperatura mínima (°C), Ra a radiação extraterrestre ( $MJ m^{-2} dia^{-1}$ ), Rs a radiação solar ( $MJ m^{-2} dia^{-1}$ ), Rn a radiação líquida ( $MJ m^{-2} dia^{-1}$ ) e  $\alpha$ ,  $\beta$  e  $\gamma$  os parâmetros da equação.

A radiação extraterrestre foi calculada com base na latitude local, através do método proposto por Allen et al. (1998).

A avaliação dos modelos de estimativa foi realizada através de regressões lineares simples entre as séries estimadas e medida. O desempenho dos modelos também foi avaliado pelos seguintes índices estatísticos: eficiência de modelagem (EF), média do erro absoluto (MEA), descritos em Zacarias et al. (1996), e índice de concordância de Willmont (ICW) (Willmont, 1981). Numa situação ideal, com valores semelhantes de Rn medido e estimado, teríamos: ICW = EF = 1 e MEA = 0.

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

O modelo que utilizou unicamente a radiação global como variável dependente (equação 4) apresentou o melhor desempenho, comportamento expresso pelo maior valor do coeficiente de determinação (Tabela 1). Com base apenas nos coeficientes de determinação, pode-se concluir que os demais modelos tiveram performance similar.

Tabela 1. Equações para estimativa da radiação líquida (Rn) obtidas em função da temperatura média (T), temperatura máxima (TM), temperatura mínima (Tm), radiação global (Rs) e radiação extraterrestre (Ra).

Equação	R <sup>2</sup>
(1) $R_n = 2,35548 + 0,00026(TM)^{2,01661} Ra$	0,46
(2) $R_n = -2,25462 + 0,13182(TM - T_m)^{0,44732} Ra$	0,44
(3) $R_n = 4,64172 + 0,00005(T)^{2,57852} Ra$	0,45
(4) $R_n = 0,07289 + 0,41237R_s$	0,92

No entanto, analisando-se os demais índices estatísticos (Tabela 2) percebe-se que o desempenho das equações foi diferenciado. Os coeficientes  $\alpha$  (linear) e  $\beta$  (angular) da equação 4 foram, respectivamente, mais próximos de zero e de um, novamente evidenciando o melhor ajuste deste modelo.

<sup>1</sup> Embrapa Agropecuária Oeste, Caixa Postal 661, 79804-970, Dourados, MS, Brasil. Fone: (67) 425-5122. (fietz@cpao.embrapa.br)

<sup>2</sup> Mestrando em Agronomia, UFMS, Dourados, MS, Brazil. (milsonsarafim@pop.com.br).

<sup>3</sup> Depto. de Ciências Agrárias, UFMS, CP 533, 79804-970, Dourados, MS, Brazil. (padovese@ceud.ufms.br)

Tabela 2. Desempenho dos modelos de estimativa de radiação líquida com base no coeficiente linear ( $\alpha$ ) e angular ( $\beta$ ), índice de concordância de Willmont (ICW), eficiência de modelagem (EF) e média do erro absoluto (MEA).

Equação	$\alpha$	$\beta$	ICW	EF	MEA
01	6,360	0,456	0,80	0,46	1,83
02	6,502	0,444	0,80	0,44	1,87
03	8,957	0,661	0,60	-1,09	5,00
04	0,891 <sup>*</sup>	0,924 <sup>*</sup>	0,94 <sup>*</sup>	0,92	0,26 <sup>*</sup>

\*melhor desempenho

O melhor desempenho da equação 4 foi confirmado pelos maiores índices ICW, EF, e menores valores de MEA. O modelo 3 apresentou comportamento inverso, com o desempenho mais desfavorável. Os índices estatísticos das equações 2 e 3 foram muito próximos, indicando que esses dois modelos tiveram performance similar.

Os resultados da validação dos modelos estão apresentados na Figura 1. Novamente a equação 4 (Figura 1d) apresentou a melhor performance. Pereira et al. (1998) também obtiveram resultados satisfatórios na estimativa da radiação líquida utilizando somente a radiação global como variável dependente. A validação também confirmou o desempenho mais desfavorável da equação 3 (Figura 1c), evidenciado pelo menor coeficiente de determinação entre as séries medida e estimada ( $R^2 = 0,13$ ). Na validação os modelos 1 e 2 (respectivamente, Figuras 1a e 1b) tiveram desempenhos diferenciados. Pode-se observar que a equação 2 ( $R^2 = 0,71$ ), função das temperaturas máxima e mínima e da radiação extraterrestre, apresentou melhor desempenho que a equação 1 ( $R^2 = 0,42$ ), função da temperatura média e radiação extraterrestre.

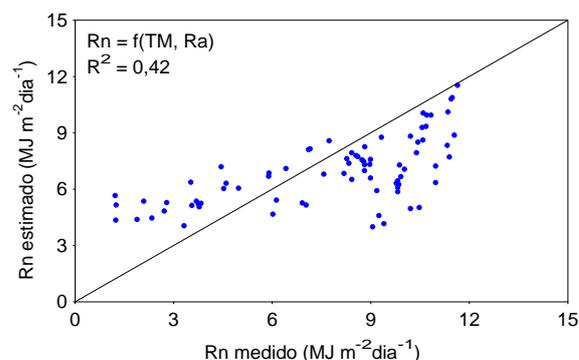
## REFERÊNCIAS

Allen, R.G. et al. Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements. Rome: FAO, 1998. 297p. (Irrigation and Drainage Paper, 56).

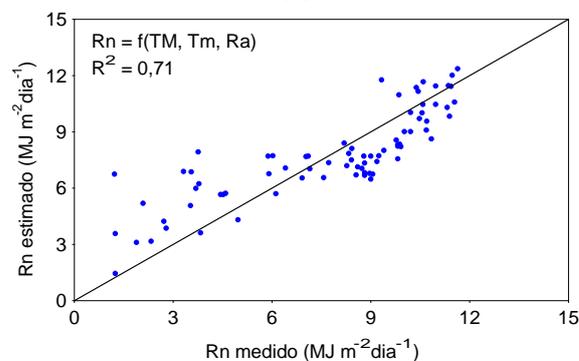
Pereira, A.B.; Sentelhas, P.C.; Villa Nova, N.A. Estimativa do balanço de energia radiante em função de elementos climáticos. R. Bras. Agromet., v.6, n.2, p.201-206, 1998.

Willmont, C.J. On the validation of models. Phys. Geogr. v.2, p.184-194, 1981.

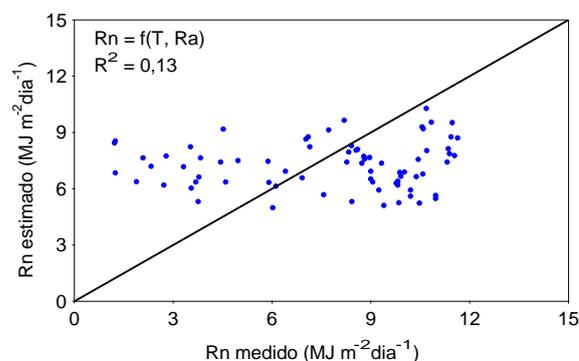
Zacharias, S.; Heatwole, C.D.; Coakley, C.W. Robust quantitative techniques for validating pesticide transport models. Trans. ASAE, v.39, n.1, p.47-54, 1996.



(b)



(c)



(d)

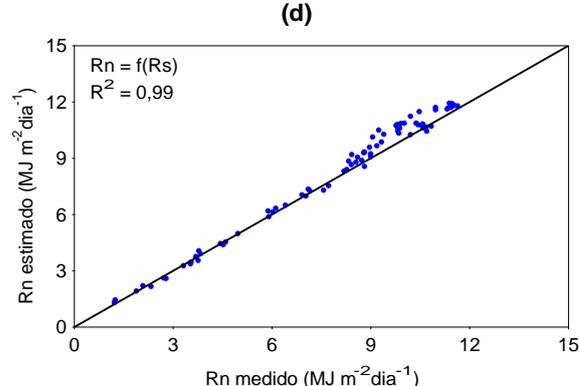


Figura 1. Validação dos modelos, apresentando a relação entre valores de radiação líquida (Rn) medida e estimada com base na temperatura média (T), temperatura máxima (TM), temperatura mínima (Tm), radiação global (Rs) e radiação extraterrestre (Ra).