



ESTIMATIVA DA RADIAÇÃO SOLAR INCIDENTE À SUPERFÍCIE TERRESTRE COM BASE EM DADOS DE TEMPERATURA DO AR

Wezer L. Miranda¹, Luiz G. de Carvalho², Rafaella C. P. Alves³, Gabriel C. Matias⁴, Alan D. Andrade⁴, Thaline B. S. da Silva⁵

1 Engº. Agrícola, Doutorando em Recursos Hídricos em Sistemas Agrícolas, Depto. de Engenharia, UFLA, Lavras – MG, Fone: (35) 9959-5205, wmlismar@yahoo.com.br

2 Prof. Doutor, Depto de Engenharia, UFLA, Lavras – MG

3 Graduanda em Agronomia, Depto de Engenharia, UFLA, Lavras – MG

4 Graduando em Eng. Agrícola, Depto de Engenharia, UFLA, Lavras - MG

5 Graduando em Eng. Florestal, Depto de Engenharia, UFLA, Lavras - MG

Apresentado no XVIII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 02 a 06 de Setembro de 2013 – Centro de Convenções e Eventos Benedito Silva Nunes, Universidade Federal do Pará, Belém, PA

RESUMO: A quantificação da radiação solar incidente à superfície terrestre (R_s) tem sua aplicabilidade dirigida a diversos processos da atividade agrária, sendo possível citar sua utilização na determinação de lâminas de irrigação, secagem de produtos agrícolas, etc. Com este trabalho, objetivou-se avaliar dois modelos de estimativa da R_s a partir de dados de temperatura do ar. Os dados necessários para o presente estudo foram obtidos da estação meteorológica automática do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia), localizada no município de Varginha - MG. Utilizou-se dados em escala diária de temperatura máxima e mínima do ar e de R_s . O período analisado foi de 01 de janeiro a 31 de dezembro de 2007. Os modelos avaliados foram de Hargreaves & Samani (1982) e de Weiss et al. (2001). As análises de regressão apresentaram R^2 entorno de 0,58 indicando uma precisão mediana para a estimativa da R_s realizada com ambos os modelos de estimativa. O índice de concordância “d” apresentou valores de 0,98 e 0,84 para os modelos de H-S e Weiss, respectivamente, demonstrando boa exatidão dos valores de R_s estimados.

PALAVRAS-CHAVE: Hargreaves-Samani, Weiss, radiômetro

ABSTRACT: The quantification of the solar radiation at the surface has directed its applicability to various processes of agrarian activity, being possible to mention its use in determining irrigation, drying agricultural products, etc. This study aimed to evaluate two models to estimate the solar radiation at the surface data from air temperature. The data required for this study were obtained from automatic weather station, located in the city of Varginha, MG, Brazil. Data are used on a daily temperature maximum and minimum air and solar radiation at the surface. The period was from January 1 to December 31, 2007. The models were evaluated Hargreaves & Samani (1982) and Weiss et al. (2001). Regression analysis showed R^2 around 0,58 indicating a median accuracy for estimating R_s performed with both models estimate. The concordance index "d" values were 0,98 and 0,84 for models and HS Weiss, respectively, showing good accuracy of the estimated values of R_s .





KEYWORDS: Hargreaves-Samani, Weiss, radiometer

INTRODUÇÃO

A quantificação da radiação solar incidente à superfície terrestre (R_s) tem sua aplicabilidade dirigida a diversos processos da atividade agrária, sendo possível citar sua utilização na determinação de lâminas de irrigação, secagem de produtos agrícolas, etc. Apesar da sua importância, o registro da radiação solar não é feito na maioria das estações meteorológicas convencionais, provavelmente, em função do custo de aquisição, manutenção e calibração dos equipamentos que medem a radiação solar (ROBAA, 2009). No entanto, a obtenção de dados de temperatura máxima, mínima e média do ar não apresenta a mesma dificuldade e a partir disto, pesquisadores têm desenvolvido modelos de estimativa da R_s com base em dados de temperatura do ar. Na literatura observa-se que modelos com esta finalidade foram desenvolvidos inicialmente por Hargreaves (1981) e Bristow & Campbell (1984) e posteriormente modificados por outros autores. De acordo com Borges, et al. (2009), os modelos são, em geral, restritos às condições para as quais foram desenvolvidos, apresentando problemas de transferabilidade, quando não devidamente calibrados, mas Weiss & Hays (2004) defendem que estimativas confiáveis de R_s podem ser obtidas sem praticamente nenhuma calibração local. Assim, com este estudo, objetivou-se avaliar dois modelos de estimativa da R_s a partir de dados de temperatura do ar.

MATERIAL E MÉTODOS

Os dados necessários para o presente estudo foram obtidos da estação meteorológica automática do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia), localizada no município de Varginha - MG, na seguinte coordenada geográfica: latitude - 21° 34' S; longitude - 45° 24' W e altitude de 925 m. Utilizou-se dados em escala diária de temperatura máxima e mínima do ar e de radiação solar incidente à superfície terrestre (R_s). O período analisado foi de 01 de janeiro a 31 de dezembro de 2007.

Os modelos avaliados foram de Hargreaves & Samani (1982) e de Weiss et al. (2001), conforme equações 1 e 2, respectivamente:

$$R_s = K_r (T_x - T_n)^{0.5} R_a \quad (1)$$

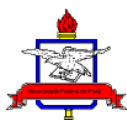
em que,

K_r é o coeficiente de calibração (adimensional) proposto pelos autores e no presente estudo adotado como 0,16; T_x é a temperatura máxima do ar (°C), T_n a temperatura mínima do ar (°C) e R_a corresponde a radiação solar na ausência da atmosfera ($\text{MJ m}^{-2} \text{d}^{-1}$).

$$R_s = 0,75 \left[1 - \exp \left(-0,226 \frac{\Delta T^2}{R_a} \right) \right] R_a \quad (2)$$

onde, ΔT é definido pela equação 3:

$$\Delta T = T_{xi} - \left(\frac{T_{n(i)} + T_{n(i+1)}}{2} \right) \quad (3)$$



Para avaliar os modelos de estimativa da R_s acima mencionados, procedeu-se a análise de regressão linear, na qual a variável dependente foi a R_s observada e a variável independente a R_s estimada pelos modelos de Hargreaves - Samani (H-S) e de Weiss. Foi expresso o coeficiente de determinação (R^2), o índice de concordância (d) de Willmott (1981), o índice de correlação de Pearson (r), e o índice de desempenho “C” desenvolvido por Camargo e Sentelhas (1997), que é dado pela expressão: $C = r * D$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1, apresenta-se o comportamento da variação média mensal da radiação solar incidente à superfície terrestre (R_s), obtida pelo modelo de Hargreaves - Samani (H-S), Weiss e a observada na estação meteorológica durante o período analisado.

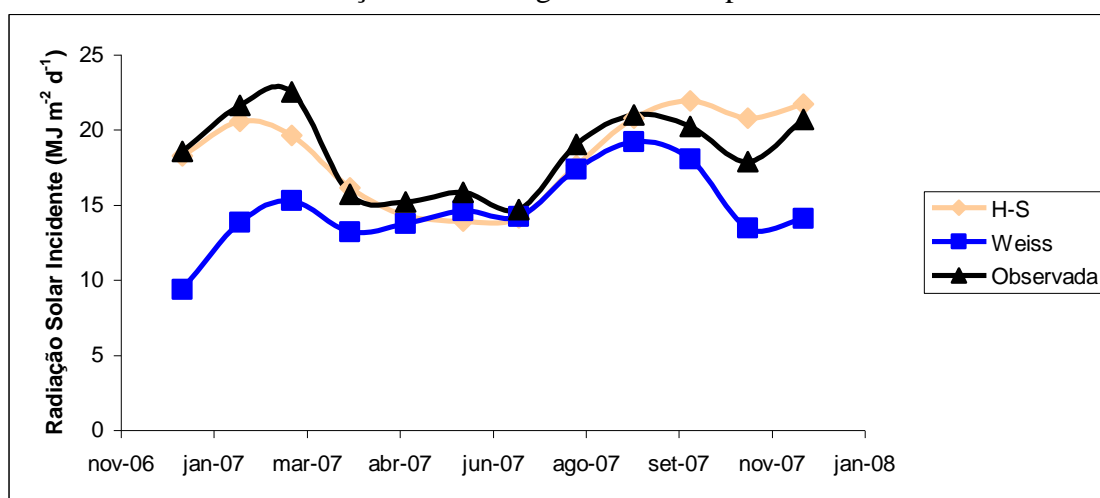


Figura 1. Valores médios mensais de R_s estimada pelos métodos de Hargreaves - Samani, Weiss e de R_s observada.

Do exposto, nota-se que o modelo de Weiss subestima a R_s , em relação aos valores observados, ao longo de todo o ano e que predominantemente entre os meses de setembro e dezembro há uma superestimativa do modelo de H-S comparativamente aos valores observados. Silva et al. (2012), realizando estudo semelhante em três regiões do estado de Minas Gerais, com nove modelos diferentes de estimativa da R_s a partir de dados de temperatura, dentre eles o de H-S, observaram que a exceção de um modelo, os demais subestimaram o valor de R_s .

Nas Figuras 2 e 3 estão apresentados os comparativos da R_s estimada a partir do modelo de H-S e Weiss em relação aos valores de R_s observados na estação meteorológica.

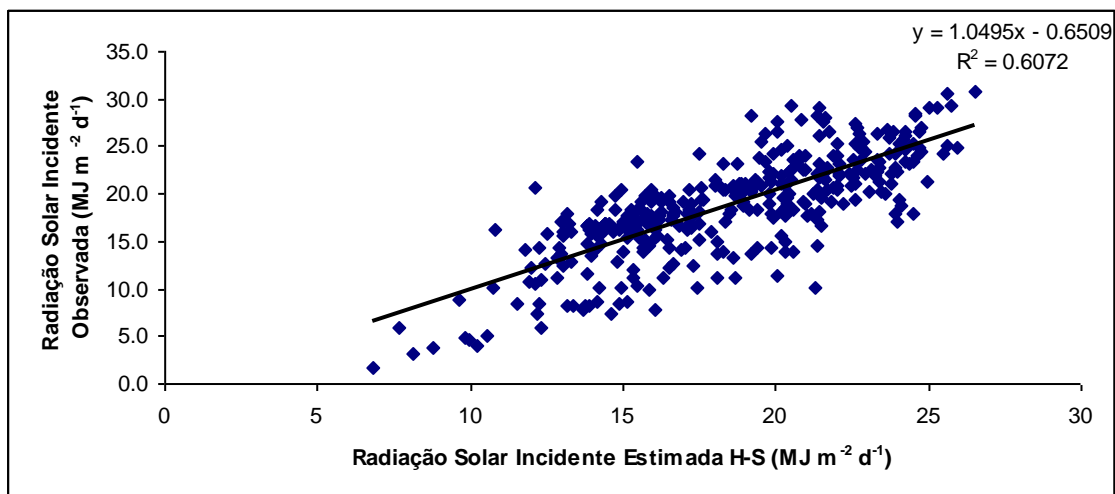


Figura 2. Comparação dos valores de R_s estimados pelo método de H-S e observados na estação meteorológica.

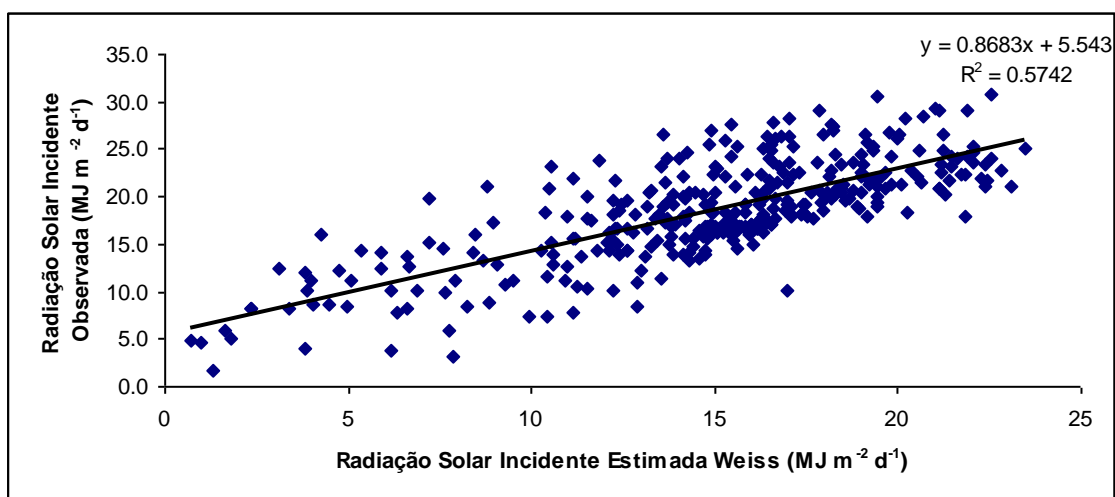


Figura 3. Comparação dos valores de R_s estimados pelo método de Weiss e observados na estação meteorológica.

Na análise estatística observa-se que os coeficientes de determinação (R^2) encontrados, foram de aproximadamente 0,61 para o modelo de H-S e 0,57 para o modelo de Weiss, o que indica uma precisão mediana. Estes resultados se assemelham ao encontrados por Borges et al. (2010) que obtiveram R^2 de 0,68 e 0,71 para os modelos H-S e Weiss, respectivamente. Também Silva et al. (2012), avaliando diferentes modelos de estimativa de R_s , obtiveram valores de R^2 entre 0,64 e 0,73 quando comparados a R_s observada. Em relação ao índice “d” obteve-se os valores de 0,98 e 0,84 para o modelo de H-S e Weiss, respectivamente, significando boa exatidão. A correlação para ambos os modelos foram de 0,78 e 0,75 para H-S e Weiss, respectivamente demonstrando a alta correlação entre os dados estimados e observados. Na mesma sequência de análise,



o índice de desempenho foi de 0,76 e 0,63 classificando os modelos como “muito bom” e mediano.

CONCLUSÕES

É possível realizar, satisfatoriamente, a estimativa da radiação solar incidente à superfície terrestre com os modelos avaliados, sem realizar ajustes aplicados a localidade de Varginha - MG. O modelo de Hargreaves - Samani, em função da simplicidade de obtenção da estimativa, apresentou melhor desempenho que o modelo proposto por Weiss.

AGRADECIMENTOS

Ao FNDE e a CAPES pelas bolsas concedidas aos estudantes envolvidos na pesquisa, e à FAPEMIG pelo apoio financeiro concedido.

REFERÊNCIAS

BORGES, V. P.; OLIVEIRA, A. S.; COELHO FILHO, M. A.; SILVA, T. S. M.; PAMPONET, B. M. Avaliação de modelos de estimativa da radiação solar incidente em Cruz das Almas, Bahia. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v. 14, n. 1, p. 74-80, 2010.

BRISTOW, K.L.; CAMPBELL, G.S. On the relationship between incoming solar radiation and daily maximum and minimum temperature. **Agricultural and Forest Meteorology**, v.31, p.159-166, 1984.

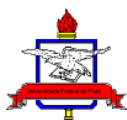
CAMARGO A. P.; SENTELHAS, P. Avaliação do desempenho de diferentes métodos de estimativa da evapotranspiração potencial no estado de São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 5, p. 89-97, 1997.

HARGREAVES, G.H. Responding to tropical climates. In: FOOD AND CLIMATE REVIEW, THE FOOD AND CLIMATE FORUM, Aspen Institute for Humanistic Studies, 1980-1981, Boulder, Colo. **Proceedings...** Boulder: Aspen Institute for Humanistic Studies, 1981. p. 29-32.

Hargreaves, G. H.; Samani, Z. A. Estimating potential evapotranspiration. **Journal of Irrigation and Drainage Engineering**, v. 108, p. 225-230, 1982.

ROBAA, S.M. Validation of the existing models for estimating global solar radiation over Egypt. **Energy Conversion and Management**, v.50, p.184-193, 2009.

SILVA, C. R.; SILVA, V. J.; ALVES JÚNIOR, J.; CARVALHO, H. P. Radiação solar estimada com base na temperatura do ar para três regiões de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v. 16, n. 3, p. 281-288, 2012.

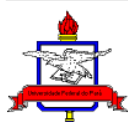




**XVIII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – XVIII CBA
2013 e VII Reunião Latino Americana de Agrometeorologia**
Belém - PA, Brasil, 02 a 06 de Setembro 2013
**Cenários de Mudanças Climáticas e a Sustentabilidade
Socioambiental e do Agronegócio na Amazônia**



Weiss, A.; Hays, C. J.; Hu, Q.; Easterling, W. E. Incorporating bias error in calculating solar irradiance: implications for crop simulations. **Agronomy Journal**, v. 93, n. 6, p. 1321-1326, 2001.



Secretaria do XVIII Congresso Brasileiro e VII Reunião Latino Americana de Agrometeorologia – 2013
Rua Augusto Corrêa, 01. Cidade Universitária Prof. José da Silveira Netto
CEP 66075-900 Guamá. Belém - PA - Brasil
<http://www.sbagro.org.br>

