

ESTIMATIVA DA RADIAÇÃO GLOBAL COM DADOS MÍNIMOS PARA A REGIÃO AMAZÔNICA DE MATO GROSSO

BRENA G. FERNEDA¹, ADRIANA A. TANAKA², LUANA BOUVIÉ³, DANIELA R. BORELLA⁴, ADILSON P. DE SOUZA⁵

¹ Graduanda(o) em Engenharia Agrícola e Ambiental, Bolsista PIBIC/CNPq, Universidade Federal de Mato Grosso, Campus Sinop, Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais, Sinop-MT, brena_gfkl@hotmail.com

² Bolsista PNPd/CAPES PPG Agronomia, UFMT – Campus Universitário de Sinop, Mato Grosso, Brasil

³ Pós-Graduanda em Agronomia, ICAA/UFMT, Sinop-MT

⁴ Pós-Graduanda em Física Ambiental, Universidade Federal de Mato Grosso, Campus Cuiabá, Mato Grosso, Brasil

⁵ Prof. Adjunto, ICAA/UFMT, Sinop-MT, adilsonpacheco@ufmt.br

Apresentado no
XLV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2016
24 a 28 de julho de 2016 - Florianópolis - SC, Brasil

RESUMO: A radiação solar é a principal variável para os processos físicos, biofísicos e bioquímicos que ocorrem em sistemas vegetados. Simplificadamente, o total de energia incidente em ondas curtas (radiação global - RG) pode ser obtido por medidas diretas com piranômetros em estações automáticas e/ou por estimativas com modelos estatísticos ou paramétricos baseados em outras variáveis meteorológicas. Muitas vezes modelos parametrizados não apresentam coeficientes calibrados para as especificidades geográficas e climáticas locais. Objetivou-se avaliar e calibrar quatro modelos simplificados de estimativa da radiação global (Bristow & Campbell, Goodin, Annandele e Hunt) baseados na temperatura do ar, para seis cidades da região Amazônica do Estado de Mato Grosso (Carlinda, Juara, Juína, Nova Maringá, Sinop e Sorriso). Foram empregados os indicadores estatísticos coeficiente de determinação (R²), erro médio relativo (MBE), raiz quadrada do erro quadrático médio (RMSE) e índice de ajustamento (d). Foram observadas subestimativas de HG (exceção de Sinop), com piores valores de MBE para Nova Maringá (-1,13 MJ m⁻² dia⁻¹). Os espalhamentos variaram de 1,55 a 3,44 MJ m⁻² dia⁻¹ (ideais para a escala diária), com ajustamentos superiores a 70% para agrupamentos mensais e sazonais. O modelo de Bristow & Campbell calibrado regionalmente apresentou melhores estimativas para Juara, Juína, Sinop e Sorriso.

PALAVRAS-CHAVE: radiação solar, temperatura do ar, indicadores estatísticos

ESTIMATES OF GLOBAL RADIATION WITH MINIMUM DATA FOR THE REGION AMAZON OF MATO GROSSO STATE, BRAZIL

ABSTRACT: The solar radiation is the main variable for the physical, biophysical and biochemical processes that occur in vegetated systems. In a simplified way, the total energy incident on shortwave (global radiation - RG) can be obtained by direct measurements with pyranometers on automatic stations and/or estimates by statistical and parametric models based on other meteorological variables. However, often parameterized models do not have calibrated coefficients for the geographical and climatic specificities. This study aimed to evaluate and calibrate four simplified models to estimate the global radiation (Bristow & Campbell, Goodin, Annandele and Hunt) based on air temperature, for six meteorological stations in the Amazon region of Mato Grosso State (Carlinda, Juara, Juína, Nova Maringá, Sinop and Sorriso). Were employed statistical indicative coefficient of determination (R²), means beans error (MBE), root of the mean square error (RMSE) and the adjustment of index (d). Were observed underestimations of the HG (except Sinop), with worse MBE values for

Nova Maringa (-1.13 MJ m⁻² day⁻¹). The scattering ranged from 1.55 to 3.44 MJ m⁻² day⁻¹ (ideal for daily scale), with adjustments above 70% for monthly and seasonal groups. The model of Bristow & Campbell calibrated regionally presented best estimates for Juara, Juina, Sinop and Sorriso.

KEYWORDS: solar radiation, air temperature, statistical indicative

INTRODUÇÃO

A radiação solar exerce papel fundamental em diversos regimes físicos químicos e biológicos nos sistemas vegetados, de modo que, os processos fotossintéticos ocorrem basicamente pela absorção da energia solar. Visto que as cidades localizadas na região Amazônica de Mato Grosso são caracterizadas pela intensiva produção de grãos, a qual é responsável pela movimentação da economia, torna-se importante o estudo sobre a estimativa da radiação global sobre estes sistemas. A radiação solar incidente pode ser obtida por coleta de dados de estações meteorológicas automáticas ou através de modelos matemáticos de estimativa. A implantação de estações meteorológicas exige um investimento elevado, de modo que os aparelhos (piranômetros, radiômetro, actinógrafos) necessitam de manutenção constantes (Dornelas et al., 2006). Logo, os modelos de estimativa são uma boa opção para a quantificação da radiação global. O primeiro modelo de estimativa, publicado por Angstrom (1924) e simplificado por Prescott (1940) permitiu a estimativa da radiação global a partir de base de dados de insolação. A partir deste, a literatura apresenta uma série de equações simplificadas para a estimativa da radiação global, porém, é necessário a calibração destas a partir de coeficientes de ajuste para cada região a ser estudada. As estações, localizadas em áreas abertas e fixas, sofrem ação de sistemas bióticos e abióticos, que por sua vez podem danificar o aparelho e por consequência, falha na série de dados. Deste modo, para a obtenção de valores concisos, é importante uma série de dados de no mínimo cinco anos de coleta. Nesse sentido, objetivou-se avaliar e calibrar quatro modelos simplificados de estimativa da radiação global baseados na temperatura do ar, para seis cidades da região Amazônica do Estado de Mato Grosso.

MATERIAL E MÉTODOS

Os dados utilizados no trabalho foram disponibilizados pelo Instituto Nacional de Meteorologia INMET, coletados através das estações meteorológicas automáticas (EMA's) localizadas nas respectivas cidades, como apresentado na tabela 1. A base de dados, em geral, apresentou falhas para todas as cidades, por conseguinte, estes foram desconsiderados quando aplicados às equações. O período de coleta de dados, bem como o número de dados efetivos trabalhados variou para cada estação, visto que houve divergência entre o período de implantação e/ou desativação das mesmas.

TABELA 1. Estações meteorológicas da região amazônica do estado de Mato Grosso.

Código	Nome da Cidade	Latitude (S)	Longitude (W)	Altitude (m)	Período de dados	Número de dados	Dados efetivos	Perdas (%)
A - 926	Carlinda	9,9703	55,8272	300	04/2008-01/2013	1768	1517	14,20
A - 914	Juara	11,2803	57,5267	260	11/2006-02/2012	1947	1265	35,03
A - 920	Juína	11,3750	58,7750	374	10/2007-02/2012	1949	1259	35,40
A - 928	Nova Maringá	13,0386	57,0922	353	04/2008-01/2013	1768	975	44,85
A - 917	Sinop	11,9822	55,5658	371	11/2006-06/2012	2284	930	59,28
A - 904	Sorriso	12,5452	55,7113	380	01/2009-01/2013	1493	958	35,83

As equações simplificadas para a estimativa da radiação global escolhidas são baseadas na

temperatura do ar e precipitação, pois estas variáveis são medidas em todas as estações.

TABELA 2. Equações de estimativa da radiação solar, parâmetros e referências.

Modelo	Equação	Parâmetros	Referência
ANN	$H = a(1 + 2,7 * 10^{-5} Alt)\sqrt{\Delta T}H_0$	a	Annandele et al (2002)
BRC	$H = a[1 - \exp(-b\Delta T^c)]H_0$	a,b,c	Bristow e Campbell (1984)
GOO	$H = a \left(1 - \exp\left(-b \frac{\Delta T^c}{H_0}\right) \right) H_0$	a,b,c	Goodin et al (1999)
HUN	$H = a\sqrt{\Delta T}H_0 + bT_{m\acute{a}x} + cP + dP^2 + e$	a,b,c,d,e	Hunt et al (1998)

ΔT - amplitude térmica, Alt - altitude local, $T_{m\acute{a}x}$ - temperatura máxima.

A amplitude térmica foi obtida a partir da seguinte equação:

$$\Delta T = T_{m\acute{a}x} - T_{m\acute{i}n} \quad (1)$$

A radiação incidente no topo da atmosfera foi obtida conforme recomendações de Iqbal (1983).

Para avaliar o desempenho estatístico dos modelos, foram consideradas os seguintes índices: coeficiente de determinação da regressão linear (R^2), Raiz quadrada do Quadrado Médio do Erro (RQME) e Erro Relativo Médio (ERM).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pode-se observar grande variação entre os coeficientes de calibração, quando comparadas cidades para o mesmo modelo proposto. De maneira geral, o modelo proposto por Bristow e Campbell (1984) obteve menores dispersões de valores, correlacionando com a radiação global medida, para a maioria das cidades.

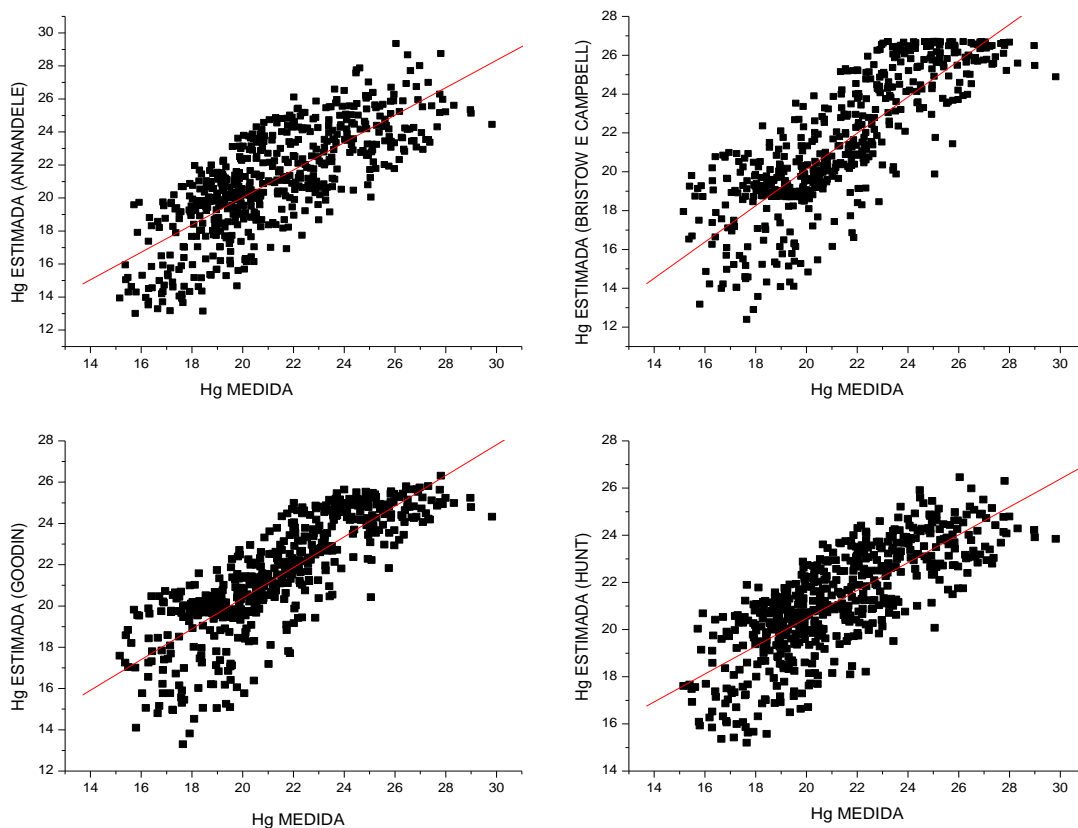


FIGURA 1. Correlação entre os valores estimados segundo os quatro modelos de determinação da radiação global estudados e a radiação global medida para o município de

Sinop-MT.

TABELA 3. Coeficientes calibrados para os quatro modelos e para as seis estações estudadas do estado de Mato Grosso.

Cidade	ANN		BRC		GOO			HUN				
	a	a	b	c	a	b	c	a	b	c	D	e
Carlinda	0,163	0,666	0,028	1,781	0,656	42,335	1,16	0,144	0,086	-0,081	0,001	-0,00012
Juara	0,146	0,586	0,037	1,691	0,573	1,22	1,794	0,157	-0,028	0,002	0,00012	0,000022
Juína	0,15	0,595	0,024	1,905	0,572	0,575	2,175	0,158	-0,022	0,005	0,00013	0,000013
Nova Maringá	0,137	0,585	0,029	1,77	0,552	0,672	2,067	0,159	-0,063	0,002	0,00012	0,00012
Sinop	0,178	0,665	0,099	8,568	0,716	15,791	0,67	0,138	-0,284	0,026	-0,00039	14
Sorriso	0,15	0,605	0,017	2,032	0,584	0,873	1,923	0,109	0,172	-0,022	0,00022	0,000024

TABELA 4. Indicadores estatísticos do desempenho das equações para os quatro modelos testados e para as seis estações estudadas do estado de Mato Grosso.

Cidade	ANN			BRC			GOO			HUN		
	MBE	RMSE	d	MBE	RMSE	d	MBE	RMSE	d	MBE	RMSE	d
Carlinda	-0,680	2,617	0,867	-0,732	2,284	0,922	1,3445	1,850	0,902	1,748	2,041	0,8435
Juara	-0,003	2,211	0,757	-0,091	2,106	0,814	-0,188	2,130	0,8080	0,26	2,244	0,759
Juína	-0,498	3,115	0,888	-0,384	2,629	0,93	-0,318	2,661	0,925	-0,414	3,120	0,890
Nova Maringá	-1,128	2,834	0,948	-2,455	3,442	0,944	-2,75	3,588	0,939	-1,098	2,917	0,9497
Sinop	1,626	2,133	0,695	0,627	1,547	0,82	1,3998	1,661	0,756	0,742	1,249	0,828
Sorriso	-0,037	2,626	0,821	-0,104	2,336	0,894	-0,337	2,382	0,878	0,427	2,659	0,7985

CONCLUSÕES

Diante do proposto, conclui-se que o modelo proposto por Bristow e Campbell (1984) obteve melhores resultados de ajuste para as cidades de Juara, Juína, Sinop e Sorriso, as cidades de Carlinda e Nova Maringá obtiveram melhores ajustes para os modelos de Goodin e Annandelle, respectivamente.

REFERÊNCIAS

- ANGSTRÖN, A. Solar and terrestrial radiation. Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society, London, v.50, p.121-126, 1924.
- ANNANDELE, J.G.; JOVANIC, N.Z.; BENADE, N.; ALLEN, R.G. Software for missing data error analysis os Penman-Monteith reference evapotranspiration. **Irrigation Science**, Cordoba, v. 21, p. 57-67, 2002.
- BRISTOW, K. L.; CAMPBELL, G. S.; On the relationship between incoming soar radiation and daily maximum and minimum temperature. **Agricultural and Forest Meteorology**, Philadelphia, v. 31, p. 159-166, 1984.
- Dornelas, K.D.S., Silva, C.L., Oliveira, C.A.S. 2006. Coeficientes médios da equação de Angstrom - Prescott, radiação solar e evapotranspiração de referência em Brasília. Pesquisa Agropecuária Brasileira 41: 1213-1219.
- GOODIN, D. G.; HUTCHINSON, J. M. S.; VANDERLIP, R. L.; KNAPP, M. C. Estimating solar irradiance for crop modeling using daily air temperature data. **Agronomy Journal**, Wooster, v. 91, p. 845 – 851, 1999.
- HUNT, L. A.; KUCHAR, L.; SWANTON, C. J. Estimation of solar radiation for use in crop modeling. **Agricultural and Forest Meteorology**, Philadelphia, v. 91, n. 3-4, p. 293-300, 1998.