

Ano 10, Vol XX, Número 1, Jan-Jun, 2018, Pág. 173 – 185.

RADIAÇÃO SOLAR GLOBAL DIÁRIA PARA O MUNICÍPIO DE HUMAITÁ – AM ESTIMADA PELO MODELO DE BRISTOW E CAMPBELL

Paulo Guilherme Silva dos Santos, Carlos Alexandre Santos Querino & Valdenildo
Alves de Araújo

RESUMO: A radiação é um dos principais elementos responsáveis pela manutenção da vida no planeta. Ela é responsável pelos principais processos naturais que ocorrem na superfície terrestre e abrangem desde os bioquímicos até os processos físicos como os meteorológicos. O presente trabalho objetivou estimar a radiação solar global diária sobre o município de Humaitá. Foram coletados os dados horário de radiação solar global, temperatura do ar do ano de 2009 pela estação meteorológica pertencente ao Instituto Nacional de Meteorologia, instalada no município. Os dados foram processados em médias e totais diários além de ter sido realizados os cálculos de amplitude térmica, cálculo da radiação solar no topo da atmosfera (R_o) e estimativa da radiação solar global diária (R_g), onde posteriormente comparou-se com os dados medidos pela estação meteorológica. A amplitude diária durante todo o ano obteve o mesmo padrão sazonal que a R_g estimada e medida, onde a média para o período seco foi de $10,02^{\circ}\text{C}$ e $8,46^{\circ}\text{C}$ para o período chuvoso. Foram registrados dois períodos de máxima para R_o , ambas no período chuvoso, com valores de $38,89 \text{ MJ.m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$ em 19 de fevereiro e $38,08 \text{ MJ.m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$ em 23 de outubro e os mínimos de $31,16 \text{ MJm}^{-2}.\text{dia}^{-1}$, no período seco, em 21 de junho. Na comparação entre a R_g estimada e a medida, houve subestimativa do modelo no período de janeiro a junho, e uma superestimativa nos meses de setembro a novembro. Portanto, há necessidade de realização de parametrização dos coeficientes do modelo para a região, visando resultados mais precisos.

Palavras chave: Amplitude térmica. Modelagem Radiação. Sul do Amazonas.

DAILY GLOBAL SOLAR RADIATION FOR THE MUNICIPALITY OF HUMAITÁ - AM ESTIMATED BY BRISTOW AND CAMPBELL MODEL

ABSTRACT: Radiation is one of the main elements responsible for the maintenance of life on the planet. It is responsible for the major natural processes that occur on the Earth's surface and range from biochemicals to physical processes such as weather. The present work aimed to estimate the daily global solar radiation on the municipality of Humaitá. Data were collected from global solar radiation, air temperature of the year 2009 by the meteorological station belonging to the National Institute of Meteorology, installed in the city. The data were processed in averages and daily totals, besides calculations of thermal amplitude, calculation of the solar radiation at the top of the atmosphere (R_o) and estimation of global solar radiation (R_g), where it was later compared with the data measured by the weather station. The daily amplitude throughout the year obtained the same seasonal pattern as the R_g estimated and measured, where the mean for the dry period was 10.02°C and 8.46°C for the rainy season. Two maximum periods were recorded for R_o , both in the rainy season, with values of $38.89 \text{ MJ.m}^{-2}.\text{day}^{-1}$ on February 19 and $38.08 \text{ MJ.m}^{-2}.\text{day}^{-1}$ on October 23 and the minimums of $31.16 \text{ MJm}^{-2}.\text{day}^{-1}$, in the dry period, on June 21. In the comparison between the estimated R_g and the measure, there was an underestimation of the model in the period from January to June, and an overestimation in the months of September to November. Therefore, it is necessary to perform parameterization of the model coefficients for the region, aiming at more accurate results.

Keywords: Thermal amplitude. Radiation modeling. South of the Amazon.

1. INTRODUÇÃO

O termo radiação é igualmente aplicado para designar o próprio processo de transferência desse tipo de energia (VAREJÃO, 2005). A radiação solar é toda radiação eletromagnética proveniente do Sol que atinge o planeta (QUERINO et al, 2006; QUERINO et al, 2011). Para Duffie e Beckman (2006) a energia produzida no interior da esfera solar a temperatura de milhões de graus deve ser transferida para a superfície e então irradiada para o espaço.

Analogicamente, segundo Rosemberg (1974) e Slater (1980) a radiação solar global (R_g), é definida como o total de energia emitida pelo sol, que incide sobre a superfície terrestre, com comprimento de onda entre 150 e 4.000 nm. A radiação solar é a principal fonte primária de energia de onde derivam quase todas as outras formas de energia além de ser responsável por aquecer a superfície terrestre no qual resulta em diversos fenômenos de caráter meteorológico como a evaporação das águas dos rios e oceanos e, conseqüentemente, a formação de nuvens e precipitação, além de também ser fonte de energia para o processo de fotossíntese, importante na reciclagem de CO_2 (Martins et al., 2014). A R_g influencia também em outros processos ambientais relacionados à temperatura do ar e do solo, afetando a troca de calor por meio da evaporação e transpiração (SPOKAS e FORCELLA, 2006).

Somente parte da radiação solar que chega no topo da atmosfera atinge a superfície terrestre devido à reflexão e absorção dos raios solares pela atmosfera. Mesmo assim, estima-se que a energia solar incidente sobre a superfície terrestre, seja de 10 mil vezes o consumo energético do planeta (CRESESB, 2000), tornando-se fundamental as medidas e estimativas desta variável.

Os dados disponíveis de R_g , principalmente quando se trata da região norte do país, são muito precários e ainda limitados por conta do reduzido número de estações meteorológicas, bem como devido ao alto custo e a onerosa logística para a manutenção dos sensores (Thornton e Running, 1999; Weiss et al., 2001). Por outro lado, observações de temperatura são realizadas com frequência, o que torna mais fácil a aplicação de modelos que utilizem essa variável como referência. Mediante este fato, o modelo proposto por Bristow e Campbell tem sido bastante considerado, uma vez que, utiliza medidas máximas e mínimas diárias de temperatura correlacionando aos valores diários de R_o (radiação solar no topo da atmosfera). O modelo de Bristow e Campbell foi

aplicado em diversos estudos em vários ambientes, como em parte dos Estados Unidos, Austrália, Escócia (Coops et al., 2000), Espanha (Castellvi, 2001) e Chile (MEZA & VARAS, 2000).

Assim, a aplicação de modelos já existentes possibilita o desenvolvimento de pesquisas que demandem da variável modelada. O objetivo deste trabalho foi estimar a radiação solar global diária a partir da equação de Bristow e Campbell baseando-se em temperaturas máximas e mínimas do município de Humaitá – AM.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Área de estudo

Humaitá está localizado na região sul do estado do Amazonas à margem esquerda do Rio Madeira cuja coordenadas são 07°30'22" latitude Sul e 63°01'15" longitude Oeste e 90 metros de altitude (Figura 1). O município é o maior da região do sul do estado do Amazonas com população de 52.534 habitantes e área de 33.129,131 km² segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2016) e dista 200 km ao norte da capital de Rondônia, Porto Velho, e 675 km ao sul de Manaus, capital do Amazonas. A cidade faz divisa com os municípios de Manicoré, Tapuá, Canutama e o estado de Rondônia ao Sul (MARTINS et al. 2006; PAVÃO, 2014).



Figura 1: Mosaico representativo do município de Humaitá dentro do estado do Amazonas, América do Sul.

Climatologia de Humaitá – AM

A região de Humaitá apresenta um período seco entre os meses de maio a setembro e chuvoso entre os meses de outubro e abril, corroborando com o clima amazônico (Martins et al. 2014). Os totais de precipitação no período seco, variam de 0 mm à 100 mm, já no período chuvoso as precipitações totais chegam próximos dos 350 mm mensais (FERREIRA, 2005).

Dados

Os dados de radiação solar incidente e as demais variáveis meteorológicas que se fizeram necessárias para o estudo, foram coletadas de hora em hora para todos os dias do ano de 2009 pelos equipamentos instalados na torre meteorológica do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, localizada na antiga sede do colégio agrícola, hoje pertencente ao Instituto Federal do Amazonas - IFAM (7.55° S, -63.07 W e 50m de altitude), as quais posteriormente foram calculados os valores totais de Rg e a amplitude térmica diária.

Parâmetros estimados

1. Estimativa da radiação solar no topo da atmosfera (R_o)

Para estimativa da R_o , utilizou-se a expressão definida por Iqbal (1983) que é calculada em função da constante solar ($S_o = 1367 \text{ W.m}^{-2}$), raio vetor da órbita terrestre (E_o), latitude local (ϕ), declinação solar (δ) e ângulo horário (H), conforme equação 1:

$$R_o = 37,6E_o \left(\frac{\pi}{180} H \sin \phi \sin \delta + \cos \phi \cos \delta \sin H \right) \quad (1)$$

sendo:

$$E_o = 1 + 0,0033 \cos \left(\frac{2\pi dn}{365} \right) \quad (2)$$

Onde dn é o dia do ano correspondente ao calendário Juliano e δ é a declinação solar que é considerada a latitude (celeste) em que se encontra o Sol, podendo variar de 0° a $\pm 23^\circ$ ao longo do ano, e é calculada pela equação (3):

$$\delta = 23,45 \sin \left[\frac{360}{365} (284 + dn) \right] \quad (3)$$

O ângulo horário (H), que é uma medida indicativa da posição do astro no sistema equatorial horário de coordenadas, assume valores entre $\pm 90^\circ$, $H = 0^\circ$ é atribuído ao meio-dia solar, enquanto valores negativos referem-se ao período anterior ao meio-dia solar e os positivos ao período posterior (FATTORI e CEBALLOS, 2005). H é dado pela Equação 4:

$$H = \arccos(-\operatorname{tg}(\phi)\operatorname{tg}(\delta)) \quad (4)$$

2. Amplitude térmica

A amplitude térmica diária é a diferença entre as temperaturas máxima e mínima que são registradas ao longo de um dia, onde $T_{\text{máx}}$ é a temperatura máxima do dia e T_{min} a temperatura mínima. ΔT é dado pela Equação 5:

$$\Delta T = T_{\text{máx}} - T_{\text{min}} \quad (5)$$

Modelo Proposto

Modelo Bristow e Campbell (1984)

O modelo de Bristow e Campbell (1984) estima a R_g diária ($\text{MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$) em função da radiação solar global incidente no topo da atmosfera terrestre (R_o , $\text{MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$) e da amplitude térmica diárias, equação (6):

$$\frac{R_g}{R_o} = A[1 - \exp(-B\Delta T^C)] \quad (6)$$

Sendo A , a radiação máxima que pode ser esperada num dia com céu claro e B e C constantes empíricas, que controlam a variação de A quando ocorre aumento na diferença de temperatura. Os valores para os coeficientes A , B e C são 0,7; entre 0,004 e 0,010; e 2,4, respectivamente (Queiróz et al., 2000), sendo que para o coeficiente B foi utilizado 0,007, considerando este um valor intermediário.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Radiação Solar no Topo da Atmosfera (R_o)

A R_o estimada para cada dia ao longo do ano apresentou dois picos de valores máximos de $38,089 \text{ MJ.m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$ em 19 de fevereiro e $38,088 \text{ MJ.m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$ em 23 de outubro e o mínimo de $31,160 \text{ MJ.m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$ em 21 de junho, tendo uma variação entre o pico máximo e mínimo de 18,19%.

Como mostrado na figura 2 o período em que ocorreram o maior valor diário de R_o foi na época chuvosa. O fato está relacionado com a declinação solar, que é o ângulo formado entre o plano do equador e a reta definida pelos centros da Terra e do Sol, pois neste período o sol encontra-se no hemisfério sul (PACHECO, 2005). Para Williams e

Pollard (2003), Spiegel et al. (2009) e Ferreira et al. (2014), quando a declinação solar está em $23^{\circ}45'$ (norte ou sul), a radiação solar torna-se mais concentrada e com maior tempo de duração na região dos trópicos, e menor nos polos.

Já os menores valores diários acontecem em junho, quando começa o inverno no hemisfério Sul e também faz parte do período seco. Neste intervalo, no dia 172, a declinação solar é igual a $23^{\circ}45'N$, ou seja, o sol está na sua declinação máxima ao hemisfério norte, além disso a radiação terá que percorrer um caminho ótico atmosférico muito maior que nas outras estações do ano devido a ocorrência do afélio (MARTINS et al., 2014).

Segundo Moran (2012) há uma diferença de 3,3% na distância entre a terra e o sol nos períodos de afélio e periélio, o que faz com que o topo da atmosfera intercepte cerca de 6,7% mais radiação solar no periélio do que no afélio (Reboita et al, 2015), entretanto esta porcentagem refere-se ao total do globo.

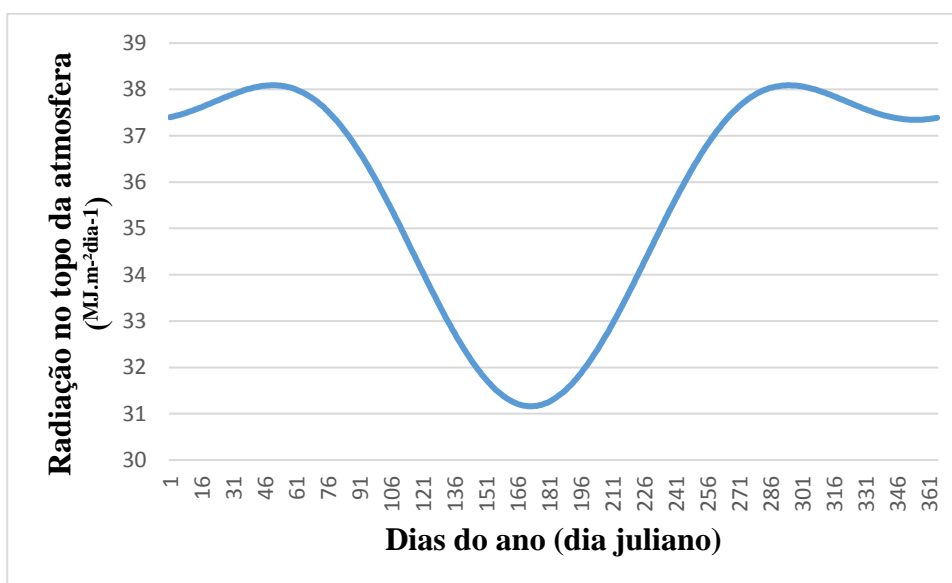


Figura 2: Valores totais diários da Radiação Solar no Topo da Atmosfera – R_o ($M m^{-2} dia^{-1}$) para o município de Humaitá – AM ao longo do ano de 2009.

Amplitude Térmica

Os valores máximos e mínimos de variação da amplitude térmica ao longo do ano foram de $14,6^{\circ}C$ e $2,2^{\circ}C$, respectivamente, variando 84,93% entre o pico máximo ao mínimo (Figura 3).

A máxima amplitude ocorreu no período seco, onde não há presença de muitas nuvens, e conseqüentemente um céu mais limpo, isto facilita a entrada de radiação até a superfície terrestre, o que faz com que a temperatura aumente mais rapidamente. Já durante a noite, ocorre o processo inverso e a radiação passa a ser emitida da superfície para o espaço na forma de radiação infravermelha. Como a atmosfera mais seca tende a absorver e reemitir menos ondas longas, ocorre dessa forma, um maior resfriamento da temperatura do ar (DANTAS et al., 2000),

O valor de mínima amplitude ocorreu no período chuvoso, no mês de março, sendo este um período com maior índice de formação de nuvens de tempestades e dias nublados dificultando a troca de radiação. Segundo Martins (2014) o total pluviométrico neste mês, para o ano de 2009, superou 300 mm.

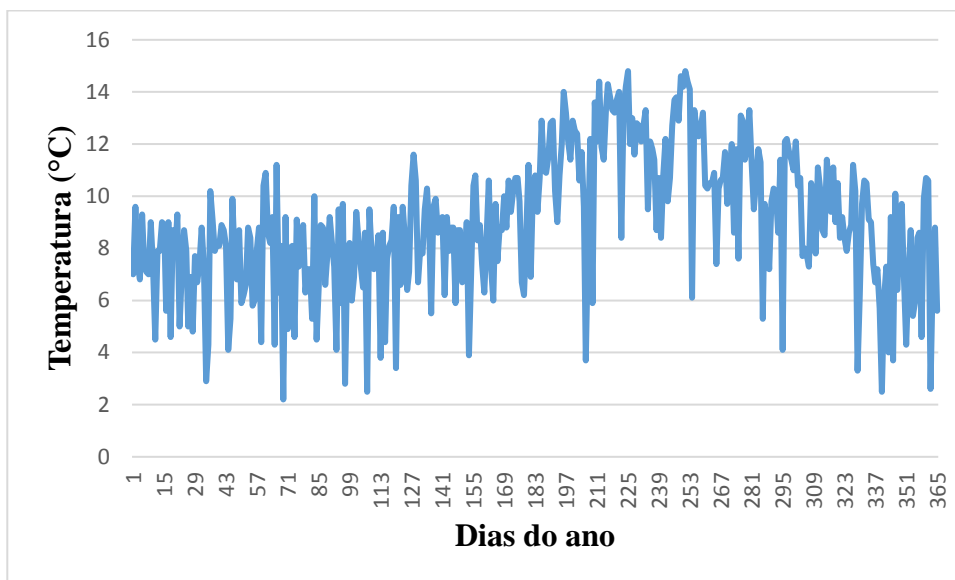


Figura 3: Amplitude térmica diária do município de Humaitá - AM, para o ano de 2009

Radiação Solar Global (Rg)

Radiação Solar Global no período seco

Os maiores valores de Rg para o período seco, foram registrados nos meses de agosto ($17,67 \text{ MJm}^{-2}\text{dia}^{-1}$) de média para os dados medidos e $18,74 \text{ MJm}^{-2}\text{dia}^{-1}$ para os dados estimados e setembro ($18,44 \text{ MJm}^{-2}\text{dia}^{-1}$ de média para os dados medidos e $19,25$

MJm⁻²dia⁻¹ para os dados estimados), ocorrendo uma superestimativa do modelo (Figura 4).

Podemos perceber que as médias ficaram próximas quando comparado os valores estimados e os medidos como mostra a figura 4. Os demais meses do período seco obtiveram valores médios mais baixos, entre 13,83 MJm⁻²dia⁻¹ a 16,67 MJm⁻²dia⁻¹ para os dados medidos e de 11,03 MJm⁻²dia⁻¹ a 15,92 MJm⁻²dia⁻¹ para os dados estimados, sendo junho o mês com registro da menor média. Desta maneira percebe-se que nestes meses há uma leve subestimação do modelo.

A média da Rg medida durante o período seco foi de 16,15 MJm⁻²dia⁻¹ da estimada foi de 15,20 MJ.m⁻².dia⁻¹, ocorrendo uma variação de 5,9%.

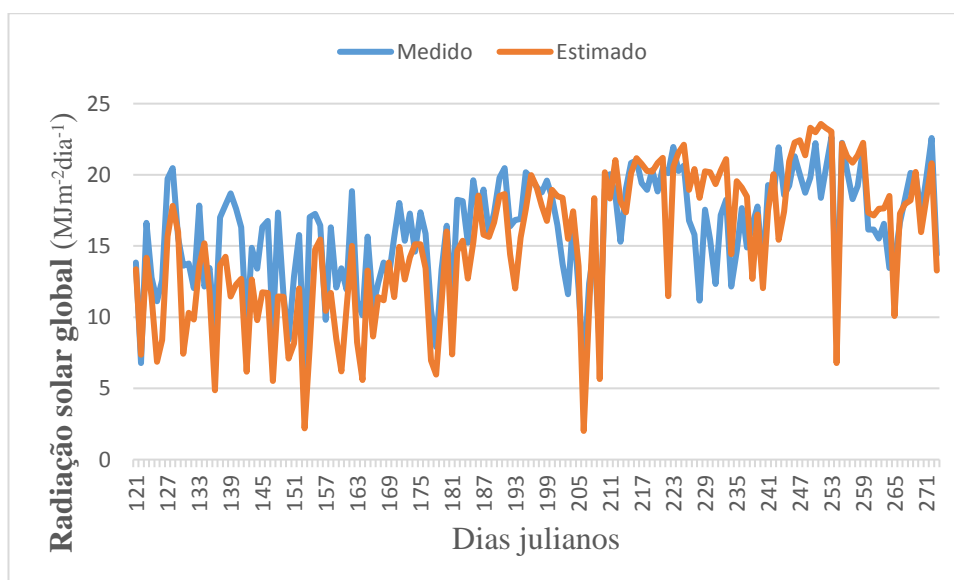


Figura 4: Comparação entre os totais diários da Radiação Global medida e estimada (MJm⁻²dia⁻¹) no período seco para o município de Humaitá - AM em 2009

Radiação solar no período chuvoso

O pico de Rg médio mensal ocorreu no mês de outubro, com média estimada pelo modelo de 17,33 MJm⁻²dia⁻¹ e média medida de 14,50 MJm⁻²dia⁻¹ (Figura 5). Desta maneira o período chuvoso apresenta menor valor de Rg quando comparada ao período seco, isto se deve a nebulosidade, que para o período chuvoso é muito elevada o que torna esta variável como um bloqueio de radiação (Martins et al., 2014). Outro fator que influencia é a amplitude térmica, a qual na estação chuvosa é mais baixa.

Como podemos observar na Figura (5), a R_g estimada pelo modelo de Bristow e Campbell é subestimada pela R_g medida, porém elas possuem em quase totalidade o mesmo padrão de variação. Bristow e Campbell (1984) sugerem o ajuste dos coeficientes empregados neste modelo para a região onde se realiza o estudo, com intuito de se obter valores mais precisos.

A média da R_g medida durante o período chuvoso foi de $13,32 \text{ MJm}^{-2}\text{dia}^{-1}$ da estimada foi de $11,72 \text{ MJm}^{-2}\text{dia}^{-1}$, ocorrendo uma variação de 11,99%, quase o dobro de variação quando comparada a variação do período seco.

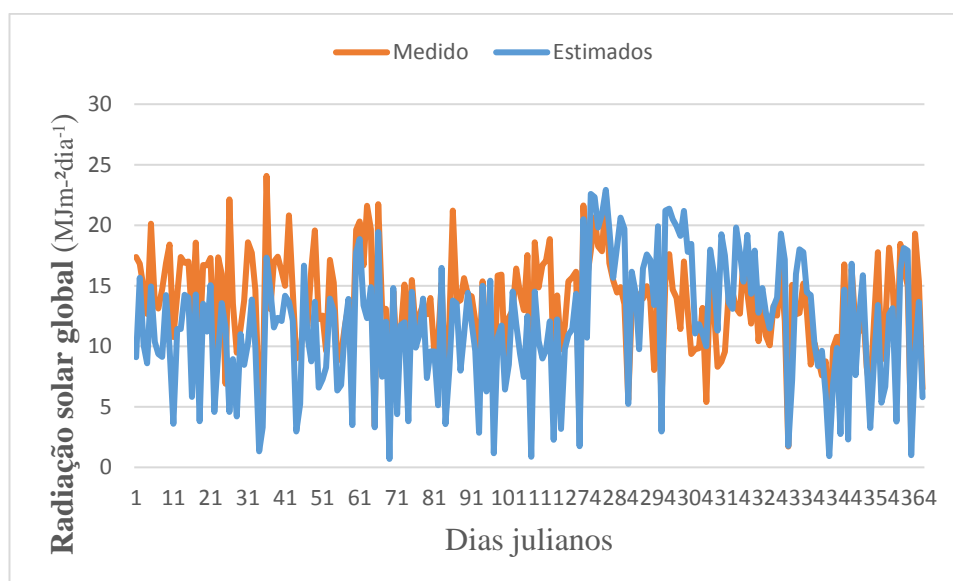


Figura 5: Comparação entre os totais diários da Radiação Global medida e estimada ($\text{MJ.m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$) no período chuvoso para o município de Humaitá - AM em 2009

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante dos resultados e discussões acima feitas observamos que a utilização de modelos como o de Bristow e Campbell pode ser considerado viável para suprir a deficiência de dados de radiação para o município de Humaitá, apesar de possuir em alguns períodos uma subestimativa e uma superestimativa de valores. Os possíveis erros de coeficientes da radiação calculada sugerem que a equação de Bristow e Campbell deva ser parametrizada para a região, afim de se determinar os novos coeficientes da equação e, conseqüentemente, valores estimados mais precisos.

5 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Instituto Nacional de Meteorologia – INMET por disponibilizarem os dados utilizados nessa pesquisa. Agradecem ainda a UFAM pela concessão de bolsa PIBIC do primeiro autor.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

CASTELLVI, F. **A new simple method for estimating monthly and daily solar radiation. Performance and comparison with other methods at Lleida (NE Spain): a semiarid climate.** Theoretical and Applied Climatology, Austria, v. 69, p. 213–238, 2001.

CENTRO DE REFERÊNCIA PARA A ENERGIA SOLAR E EÓLICA SÉRGIO DE SALVO BRITO – CRESEB, 2000. Disponível em: Acesso em: dez. 2016

COOPS, N.C.; WARING, R.H.; MONCRIEFF, J.B. **Estimating mean monthly incident solar radiation on horizontal and inclined slopes from mean monthly temperatures extremes.** International Journal of Biometeorology, v. 44, p. 204211, 2000.

DANTAS, R. T.; SOUZA, W. M.; ARAÚJO, J. A. P. **Transmitância atmosférica em três municípios do estado da Paraíba.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, XI, 2000, Rio de Janeiro - RJ. Anais: XI CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA. Rio de Janeiro - RJ: SBMET, 2000, p. 3949-3954

DUFFIE, JOHN A.; BECKMAN, WILLIAM A. - **Solar Engineering of Thermal Processes 3rd Edition**, 2006

FATTORI, P.A.; CEBALLOS, J.C. **Glossário de termos técnicos em radiação atmosférica**, 1997. Disponível na INTERNET via homepage <http://tucupi.cptec.inpe.br/satelite/metsat/pesquisa/gloss/capa.htm>. Consultada no dia 10/01/2017.

FERREIRA D., MARSHALL J., O’GORMAN P.A., SEAGER A. 2014. Climate at high-obliquity. *Icarus*, 243:236- 248.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e estatística. [online] Disponível na internet via WWW URL:

<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=130170Arq>
uivo consultado em 20 de Janeiro de 2017.

IQBAL, MUHAMMAD. An introduction to solar radiation. Includes index. 1. Solar radiation. I. Title. QC911.I63, 1983.

MARTINS, G. C.; FERREIRA, M. M.; CURTI, N.; VITORINO, A. C. T. Campos nativos e matas adjacentes da região de Humaitá (am): atributos diferenciais dos solos. Ciênc. Agrotec., Lavras, v. 30, n. 2, p. 221-227, 2006.

MARTINS, PAULO A. DA SILVA. VERIFICAÇÃO DA TURBIDEZ ATMOSFÉRICA EM HUMAITÁ-AM. Revista EDUCAmazônia - Educação Sociedade e Meio Ambiente, Humaitá - Ano 7, Vol XII, Número 1, Jan-Jun, 2014, Pág. 86-98.

MEZA, F.; VARAS, E. Estimation of mean monthly solar global radiation as a function of temperature. Agricultural and Forest Meteorology, v. 100, n.2-3, p. 231241, 2000.

PACHECO V.B MARQUES FILHO, A.O., DALLAROSA, R.G, Radiação solar e distribuição vertical de área foliar Em floresta – reserva biológica do cuieiras – Manaus. Acta Amazônica, v. 35(4), p. 427 – 436, 2005

PAVÃO, V. M.; QUERINO, C. A. S.; QUERINO, J. K. A. S.; MARTINS, P. A. S.; SIQUEIRA, L. F.; LEITE, L. O.; PASSOS, L. A.; COSTA, T. A. C. R.; MACHADO, N. G.; BIUDES, M. S. Análise da radiação solar global (rg) e albedo superficial sobre um ecossistema de floresta nativa em humaitá - am durante o período chuvoso. Revista EducAmazônia, ano 7, v. 12 (1), p. 42-56, 2014.

QUEIROZ, M. R.; NOGUEIRA, C. C. B. R.; ASSIS, S. V. Avaliação de um método empírico para estimativa da radiação solar global - modelo de Bristow-Campbell. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 11, Rio de Janeiro (RJ), 2000. Anais do XI Congresso Brasileiro de Meteorologia, 2000, p. 194-199.

QUERINO, C.A.S.; MOURA, M.A.L.; QUERINO, J.K.A.S.; von Radow, C.; Marques Filho, A.O. Estudo da radiação solar global e do índice de transmissividade (kt), externo e interno, em uma floresta de mangue em Alagoas – Brasil. Revista Brasileira de Meteorologia, v.26, n.2, p. 204 – 294, 2011.

QUERINO, C.A.S.; MOURA, M.A.L.; LYRA, R.F.F.; MARIANO, G.L.; Avaliação e comparação de radiação solar global e albedo com ângulo zenital na região Amazônica. Revista Brasileira de Meteorologia, v. 21, n.3a, p. 42 – 49, 2006.

REBOITA M.S., KRUSCHE N., AMBRIZZI T., ROCHA R.P.DA. Influência da inclinação do eixo de rotação da Terra na temperatura do ar global. TERRÆ DIDÁTICA 11-2,2015

ROSENBERG, N.J. **Microclimate: the biological environmet**. New York: Hohn Wiley & Sons, 1974.

SLATER, P.N. **Remote sensing, optics and optical systems**. Massachussets: Addison-Wesley, 1980. 575p.

SPIEGEL D.S., MENO K., SCHARF C.A. 2009. **Habitable Climates: The Influence of Obliquity**. *The Astrophys. J.*, 691:596-610.

SPOKAS, K.; FORCELLA, F. **Estimating hourly incoming solar radiation from limited meteorological data**. *Weed Science*, v.54, n.1, p.182-189, 2006.

THORNTON, P. E.; RUNNING, S. W. **An improved algorithm for estimating incident daily solar radiation from measurements of temperature, humidity and precipitation**. *Agricultural and Forest Meteorology*, v.93, n.4, p.211-228, 1999.

VAREJÃO, MÁRIO. **METEOROLOGIA E CLIMATOLOGIA** – Recife, 2005

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.

WILLIAMS D.M., POLLARD D. 2003. **Extraordinary climates of Earth-like planets: three-dimensional climate simulations at extreme obliquity**. *Intern. J. Astrobiol.*, 2:1-19.

Recebido: 31/011/2017. Aceito 30/06/2017.

Sobre os autores e contatos:

Paulo Guilherme Silva dos Santos -Acadêmico da Universidade Federal do Amazonas – UFAM, Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente – IEAA – Campos Vale de Rio Madeira – Rua 29 de Agosto, 786, Centro – Humaitá/AM – CEP 69800-000 – Brasil.

Carlos Alexandre Santos Querino - Meteorologista, foi Analista em Ciências e Tecnologias do Sistema de Proteção da Amazônia – SIPAM, Centro Regional de Porto Velho. Atualmente é docente da UFAM e integrante do corpo docente do PPGCA/UFAM: carlosquerino@gmail.com

Valdenildo Alves de Araújo - Docente da Universidade Federal do Amazonas – UFAM, Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente – IEAA – Campos Vale de Rio Madeira – Rua 29 de Agosto, 786, Centro – Humaitá/AM – CEP 69800-000 – Brasil.