

ÍNDICE DE CLARIDADE EM CUIABÁ E CHAPADA DOS GUIMARÃES, MATO GROSSO, BRASIL

GOMES, F.J.D.¹; ALVES, L. S.²; ALVES, M. C.³; CHILETTO, E.C.⁴

¹Arquiteto, Mestrando, Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental. Universidade Federal de Mato Grosso, UFMT, Cuiabá - MT. Av. Fernando Corrêa da Costa, s/n, Cidade Universitária, CEP 78960-900, Cuiabá, MT, Brasil, Tel. (+55) 65 3615 8738 | fjdgomes@uol.com.br

²Eng^a Sanitarista, Prof^a. Doutora, Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental, Depto. de Engenharia Sanitária, UFMT, Cuiabá - MT.

³Eng^o Agrônomo, Prof^o. Doutor, Programa de Pós-Graduação em Agricultura Tropical. Universidade Federal de Mato Grosso, UFMT, Cuiabá - MT.

⁴Arquiteto, Prof. Mestre, Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental. Universidade de Cuiabá, UNIC, Cuiabá - MT.

Apresentado no XVI Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 22 a 25 de Setembro de 2009 – GranDarrell Minas Hotel, Belo Horizonte, MG

RESUMO: Compreender a relação entre a irradiação que incide no topo da atmosfera e a irradiação que atinge a superfície terrestre é de suma importância para a compreensão de fenômenos agrônômicos e climatológicos. Essa relação pode ser definida como índice de claridade (Kt) que pode ser utilizado para a classificação da cobertura do céu (nublado, parcialmente nublado e limpo). Foi analisada no presente trabalho, a sazonalidade da radiação solar incidente, radiação no topo da atmosfera, índice de claridade e tipo de cobertura do céu em quatro pontos distribuídos na região baixada Cuiabana e na cidade de Chapada dos Guimarães, distante 68Km de Cuiabá. Houve sazonalidade da radiação solar no topo da atmosfera e radiação incidente na superfície, com menores valores em julho. Nas estações em Cuiabá, o índice de claridade apresentou 9,96% de dias nublados, 85,67% de dias parcialmente nublados e 4,37% para dias limpos somente nos períodos úmidos, enquanto que na estação localizada na Chapada dos Guimarães não houve céu limpo e houve 62,4% e 37,6% para parcialmente nublado e nublado, respectivamente.

PALAVRAS-CHAVE: Balanço de radiação, radiação global, índice de claridade.

CLEARNESS INDEX IN CUIABÁ AND CHAPADA DOS GUIMARÃES, MATO GROSSO, BRAZIL

ABSTRACT: Relationship between extraterrestrial and solar radiation data is important to understand agronomic and climatic phenomena. This relationship can be defined by the clearness index (Kt), which can be used for classification of sky conditions (cloudy, partly cloudy and clear). This study evaluated seasonality of incident solar radiation, radiation at the top of atmosphere, rate of light and type of sky conditions at four points distributed in Cuiaba and Chapada dos Guimarães municipal districts. There was seasonality of solar radiation on the top of atmosphere and incident solar radiation in the surface, characterizing lower values in July. At Cuiabá stations, the clearness index presented 9.96% of cloudy days, 85.67% of partly cloudy days and 4.37% of clear days only in wet periods, while the station located in Chapada dos Guimarães did not presented clear sky, with 62.4% and 37.6% for partly cloudy and cloudy days, respectively.

KEYWORDS: Balance of radiation, global radiation, clearness index.

INTRODUÇÃO:

O índice de claridade (Kt) normalmente utilizado em modelos de estimativa dos componentes de radiação solar pode também ser utilizado como variável independente em modelos de estimativa da irradiância da radiação solar de ondas longas, uma vez que Kt é inversamente proporcional à umidade atmosférica. Ele pode ser definido pela razão entre a irradiação global que atinge a superfície terrestre e a irradiação que incide no topo da atmosfera ($Kt = R_g/R_o$) e determina a fração da irradiação global transmitida na atmosfera

Há diversos estudos para determinar com maior precisão os índices de claridade em diversas regiões do Brasil (DALLACORT et al., 2004), podendo ser estimado por métodos estatísticos e por técnicas de rede neural artificial. Baseado no índice de claridade, RICIERI (1998) determinou uma metodologia para obtenção do tipo de cobertura do céu classificando - o céu em função do índice de claridade (Kt) como: nublado quando, Kt tem seu valor entre 0 a 0,3, parcialmente nublado quando está entre 0,3 e 0,65, e limpo quando maior que 0,65 e menor que 1.

A distribuição da radiação solar, índice de claridade e o conhecimento do tipo de cobertura do céu são de suma importância para áreas urbanas e rurais do estado de Mato Grosso, pois influenciam em diversos processos termodinâmicos e no desenvolvimento de diversas culturas.

Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi analisar a variação anual do índice de claridade (Kt) em pontos localizados na cidade de Cuiabá e Chapada dos Guimarães.

METODOLOGIA:

Localização e descrição das áreas em estudo

A área em estudo está localizada no município de Cuiabá, Mato Grosso, em que foram instaladas estações meteorológicas em quatro pontos nomeadas como Estação 1 (15°36'1,11" S; 56°5'29" O, altitude 187 m, em área de alta densidade construtiva, zona central de Cuiabá), Estação 2 (15°33'59,24"S; 56°04'30"O, altitude 239 m, em área de media densidade construtiva e próximo a lagoa Paiaguás, em Cuiabá), Estação 3 (15°45'45,92"S e 56°03'57"O, altitude de 202 m área rural do município de Cuiabá) e Estação 4 (15°27'32,02''S; 55°45'15" O, altitude de 809 m área urbana de baixa densidade na cidade de Chapada dos Guimarães clima característico de regiões serranas) (Figura 1).

Instrumentação

Os parâmetros coletados pelas estações automáticas (modelo WM 918, com Dataloger e console Vantage Pro2 do Fabricante Davis Instruments) foram: temperatura, umidade, pressão atmosférica, velocidade e direção do vento, pluviometria diária e acumulada, radiação solar máxima e acumulada programadas de cada hora e a cada meia hora durante o ano de 2007.

Estimativa da cobertura de céu

A cobertura do céu foi determinada pelo índice de claridade (Kt) (eq. 1), definida como a razão entre a radiação solar incidente (R_g) ($\text{MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$) e a irradiação no topo da atmosfera (R_o) ($\text{MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$).

$$K_t = \frac{R_g}{R_o} \quad \text{eq.(1)}$$

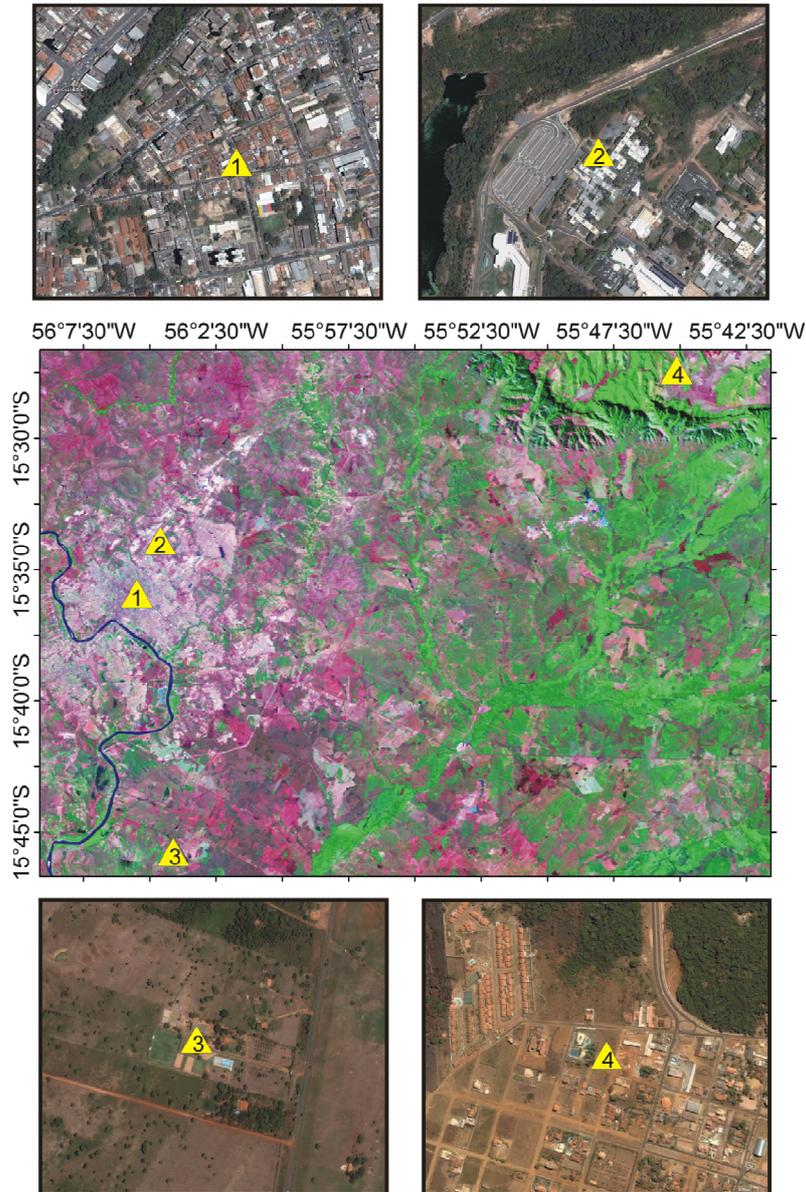


Fig. 1. Localização das estações climáticas em imagem LANDSAT 7 ETM⁺ (GeoCover 2000) no centro e detalhe de cada estação em imagens QuickBird nas extremidades.

A classificação da cobertura do céu foi baseada no trabalho de Dallacort et al. (2004) que, no intervalo de $0 < Kt < 0,3$ foi definido como céu nublado, entre $0,3 \leq Kt \leq 0,65$ como céu parcialmente nublado e entre $0,65 < Kt < 1,0$ como céu limpo.

A irradiação no topo da atmosfera (R_o) ($\text{MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$) foi calculada por meio da eq. (2).

$$K_o = \frac{24}{\pi} 1367 E_o \left(\frac{\pi}{180} W_s \text{sen} \varphi \text{sen} \delta + \cos \varphi \cdot \cos \delta \cdot \text{sen} W_s \right) \quad \text{eq. (2)}$$

em que, E_o é o fator de correção da excentricidade da órbita terrestre (eq. 3), W_s é o ângulo solar (graus) (eq. 4), φ é a latitude local (graus) e δ é a declinação solar (graus) (eq. 6).

$$E_o = 1,000110 + 0,034221 \cos \Phi + 0,00128 \text{sen} \Phi + 0,000719 \cos 2\Phi \quad \text{eq. (3)}$$

em que Φ é definido pela eq. (4) em função do dia Juliano (dJ).

$$\Phi = \frac{2\pi(dJ - 1)}{365,242} \quad \text{eq. (4)}$$

$$W_s = \arccos(\operatorname{tg} \varphi \operatorname{tg} \delta) \quad \text{eq. (5)}$$

$$\delta = 23,45 \operatorname{sen} \left[\frac{360}{365} (284 + dJ) \right] \quad \text{eq. (6)}$$

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Irradiação solar no topo da atmosfera e na superfície

A Figura 2 apresenta a irradiação solar no topo da atmosfera e o da radiação solar incidente na superfície para cada estação instalada em função do dia Juliano de 2007. Os maiores valores de radiação no topo da atmosfera foram obtidos em março $36,57 \text{ MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ (dJ 71) e outubro $36,00 \text{ MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ (dJ 275) e o menor valor ocorreu em junho $32,24 \text{ MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ (dJ 174) com semelhante variação entre Estações 1, 2, 3 e 4. A radiação incidente máxima na superfície foi $26,2 \text{ MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ (dJ 358) na Estação 2 e $22,1 \text{ MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ (dJ 60) na Estação 4. A máxima de radiação solar incidente na superfície foi 76,47% (dJ 358) na Estação 2. Na estação 4 houve menor incidência média à superfície podendo ser atribuída a característica geográfica da cidade de Chapada dos Guimarães.

Distribuição diária dos índices de claridade (K_t)

A Figura 3 apresenta os índices de claridade (K_t) nas Estações 1 a 4. O maior valor de (K_t) foi 0,76 (dJ 358) na Estação 2. Observou-se que só houve dias classificados como limpos ($0,65 < K_t < 1$) nos períodos úmidos. A média do índice de claridade do período seco, para $0,3 \leq K_t \leq 0,65$ parcialmente nublado foi 0,45 nas Estações 1, 2 e 3 e de 0,32 para a Estação 4.

A tabela 1 apresenta os percentuais dos dias do ano conforme sua classificação para as 4 estações. As medias nas estações 1 a 3, instaladas em Cuiabá, diferem bastante dos percentuais na estação 4 (Chapada dos Guimarães). A média geral das estações 1 a 4 foi significativamente maior que a Média Cuiabá.

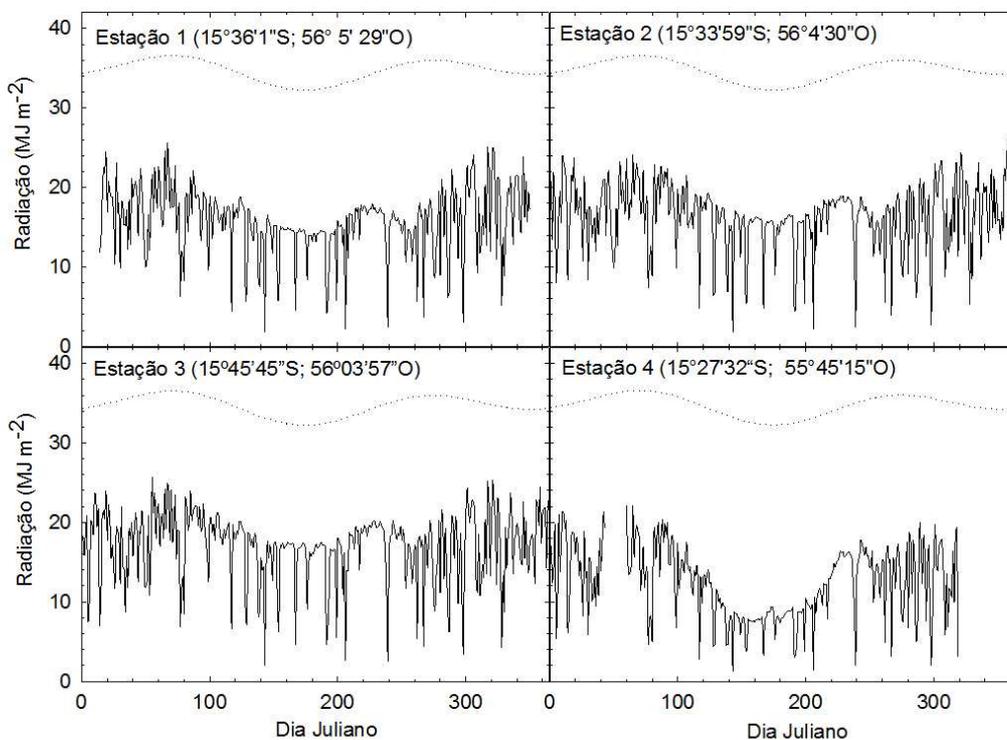


Fig. 2. Média diária da radiação solar incidente (linha sólida) e radiação no topo da atmosfera (linha tracejada) nas Estações 1 a 4 em 2007.

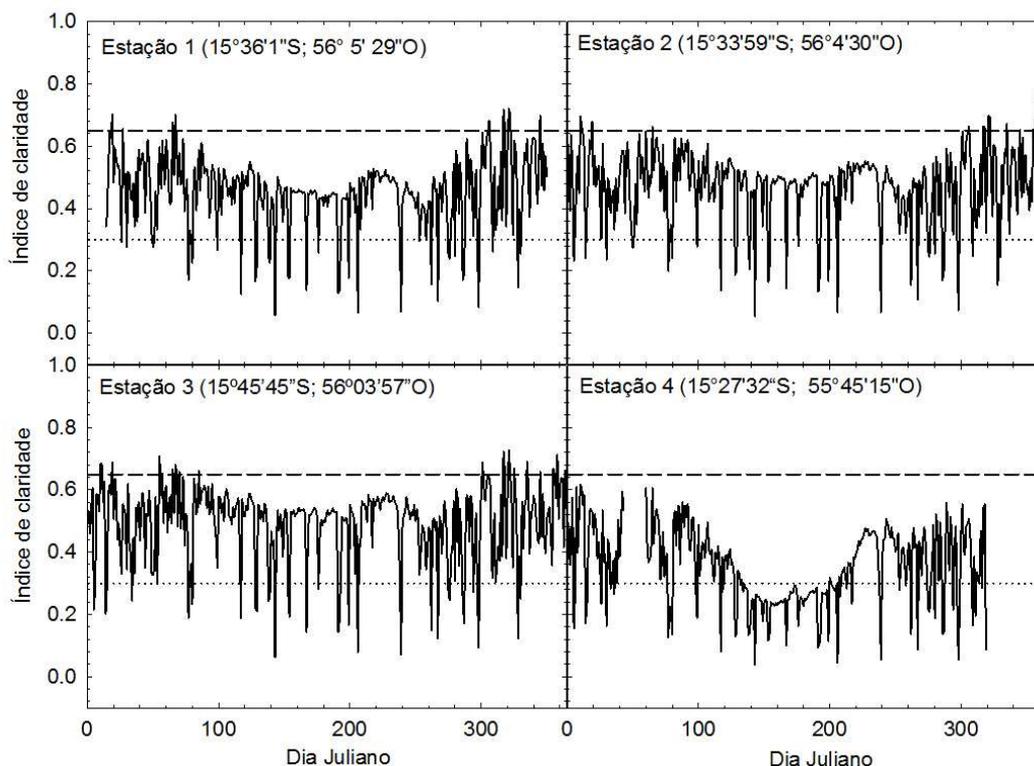


Fig. 3. Índice de claridade diário nas Estações 1 a 4 em 2007. Índices entre a linha tracejada e a linha pontilhada representam céu parcialmente nublado, índices superior a linha tracejada representam céu limpo, índices inferiores a linha pontilhada representam céu nublado.

Tabela 1. Percentual de dias Julianos em função da classificação do céu para as Estações 1 a 4, Média Cuiabá (Estações 1, 2 e 3) e Média Geral (Estações 1 a 4)..

Kt	Classificação do Céu	Porcentagem (%)					
		Estação 1	Estação 2	Estação 3	Estação 4	Média Cuiabá	Média Geral
$0 < Kt < 0,3$	Nublado	11,0	9,6	9,32	37,6	9,96	16,9
$0,3 \leq Kt \leq 0,65$	Parc. Nublado	86,1	86,3	84,66	62,4	85,67	79,8
$Kt > 0,65$	Limpo	3,0	4,1	6,03	0,0	4,37	3,3

CONCLUSÕES

Os índices de claridade registrados nas estações apresentam características semelhantes com relação ao período seco e úmido.

Os percentuais para classificação do céu nas estações da baixada cuiabana foram bastante significativos, diferindo dos percentuais na estação de Chapada dos Guimarães.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DALLACORT, R.; RICIERI, R.P.; SILVA, S. de L.; PAULO, S.L. de F.; SILVA, F.F da; **Análises do comportamento de um actinógrafo bimetalico (R. Fuess-Berlin-Steglitz) em diferentes tipos de cobertura do céu.** Acta Scientiarum Agronomy, Maringá, 2004, vol.26, n 4, p.413-419.