

Ano 7, Vol XII, Número 1, Jun-Jul, 2014, Pág. 86-98.

## VERIFICAÇÃO DA TURBIDEZ ATMOSFÉRICA EM HUMAITÁ-AM

Paulo André da Silva Martins<sup>1</sup>, Carlos Alexandre Santos Querino<sup>2</sup>, Vagner Marques Pavão<sup>1</sup>, Juliane Kayse Albuquerque da Silva Querino<sup>2</sup>; Nadja Gomes Machado<sup>3</sup> e Marcelo Sacardi Biudes<sup>4</sup>

### RESUMO

A radiação solar é, sem dúvida, a principal fonte de energia para a terra. Ela é responsável pelos principais processos naturais que ocorrem na superfície terrestre e abrangem desde os bioquímicos, como a fotossíntese até os processos físicos como os meteorológicos. O aquecimento da superfície terrestre pela radiação solar desencadeia uma série de fenômenos meteorológicos, como a evaporação, a formação de nuvens e, conseqüentemente, a chuva. O presente estudo objetivou analisar e caracterizar o índice de turbidez atmosférica (Kt) bem como avaliar as possíveis interferências na Radiação Solar Global (Rg) sobre o município de Humaitá, Amazonas. Os dados utilizados na pesquisa foram coletados da estação meteorológica automática pertencente ao Instituto Nacional de Meteorologia – INMET e trabalhados utilizando programas computacionais e fórmulas matemáticas que estão descritas na literatura. Após os dados serem processados, verificou-se que para região de Humaitá, o céu, em média, se classifica como parcialmente nublado para o período seco e nublado para o período e chuvoso.

**PALAVRAS CHAVE:** Índice de Claridade, Radiação Solar Global, Meteorologia.

### ABSTRACT

Solar radiation is the main energy font to the Earth. It is responsible for the mainly natural processes that happen on the global surface, since biochemistry like photosynthesis until physics such as meteorological. Surface heating by the solar radiation develop many meteorological events like evaporation, cloud formations and consequently rain. The main aims of this paper was to analyzer and caracterizer the atmospheric turbid index (Kt) as well as evaluate the interference in the global solar radiation (Rg) in Humaitá city, Amazonas. Data had been collected with an automatic weather station which belongs to National Institute of Meteorology – INMET. Afterwards, data was downloaded and organized by computing programs and using appropriated equations described in the literature. After processing data, observed that Humaitá region, has in general, partial cloudy days throughout the dry season and cloudy for the rainy season,

**KEYWORDS:** Clarity index, global solar radiation and meteorology.

## INTRODUÇÃO

As florestas tropicais são de extrema importância para a regulação do clima tanto em escala local como global. Entre as principais florestas tropicais está a Amazônica, que é considerada a maior floresta tropical do planeta com um dos ecossistemas mais ricos do mundo (QUERINO et al., 2006). No entanto, toda essa riqueza natural vem sofrendo grandes danos causados pela ação antrópica ao longo das

últimas décadas, e estes danos podem ser responsáveis pelas alterações de ordem físico-químicas e biológicas que induzem modificações no regime climático regional e local, provocado por alterações no balanço radiativo superficial e, conseqüentemente, a alterações no ciclo hidrológico da bacia em que se está inserido (MALHI et al., 2008; DA ROCHA et al., 2009). Entre as ações antrópicas responsáveis por estas modificações destaca-se o desflorestamento, pois a partir desse impacto, originam-se outros como as queimadas, que lançam na atmosfera material particulado que pode interferir no montante de radiação solar que atinge a superfície terrestre.

Por sua vez, radiação solar é toda radiação eletromagnética proveniente do Sol que atinge o planeta (QUERINO et al., 2006). Essa radiação é um dos fatores responsáveis pela existência de vida no planeta. Inúmeros fatores positivos estão relacionados com a radiação solar uma vez que a mesma é responsável por vários processos químicos, físicos e biológicos que vão da disposição da energia primária para todos os processos terrestres, como a fotossíntese, primordial para a reciclagem do CO<sub>2</sub>, até o desenvolvimento de tempestades, que provocam situações meteorológicas adversas (SOUZA et al., 2005).

A radiação no topo da atmosfera também denominada como radiação extraterrestre é a radiação que seria recebida pela superfície terrestre considerando a ausência da atmosfera, sendo essencialmente dependente da latitude do local e do dia Juliano. A energia recebida por unidade de área é maior na região equatorial (latitudes baixas) e menor nas regiões polares (latitudes altas). As regiões polares apresentam situações em que a não recebe radiação, devido à declinação da terra, (inverno nas regiões polares) (HOREL et al., 1989). A determinação da Radiação no topo da atmosfera é crucial para estimativa do montante que atinge a superfície terrestre, denominada radiação solar global. Por isso, conhecer o comportamento da Radiação Solar Global (R<sub>g</sub>) é de extrema importância para se saber a disponibilidade de energia disponível no sistema terra-atmosfera.

A radiação solar global, por sua vez, é toda radiação que chega à superfície terrestre e se divide em radiação solar direta e a radiação solar difusa (ESCOBEDO, 2008). A radiação direta é a energia que chega diretamente à superfície do solo sofrendo apenas alteração no caminho ótico provocado pela diferença de densidade na atmosfera. Já a radiação difusa é toda radiação que é difundida na atmosfera devido à presença de partículas diversas. Segundo Souza et al. (2009), a radiação solar global, ao atravessar a

atmosfera, sofre atenuação devido a processos de reflexão, absorção e difusão. Tais processos verificam quando os raios de luz interagem com os gases constituintes da atmosfera, com as nuvens ou com partículas em suspensão presentes na atmosfera. A quantificação quanto a essa turbidez atmosférica, pode ser dimensionada de acordo com a razão entre o montante que atingiu uma dada superfície e a radiação no topo da atmosfera sobre o local denominado Índice de Claridade Atmosférica (Kt).

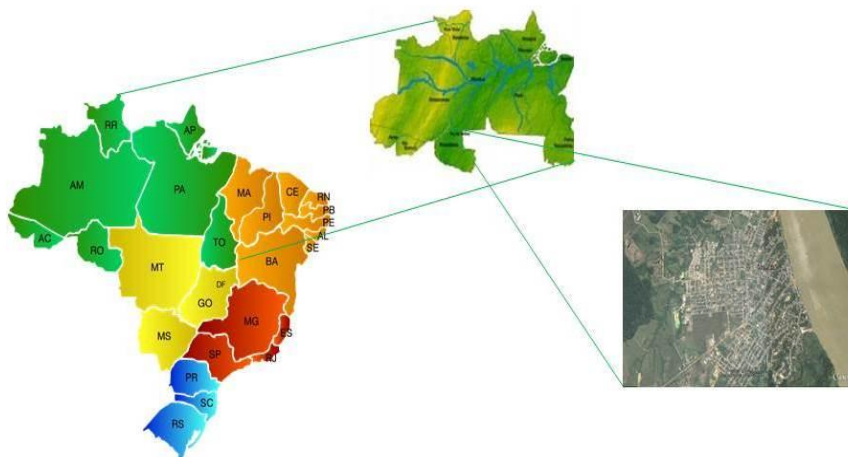
O Kt vem sendo utilizado por diversos como o mais eficiente para a estimativa da Radiação Solar Global (R<sub>g</sub>) que incide na superfície terrestre. (MEEK, 1997; WENXIAN et al. 1996, RICIÉRE, 1998, RENSHENG et al. 2004, QUERINO et al. 2011). O Índice de Claridade Atmosférica permite ainda a verificação das condições com que a radiação solar chega à superfície, após ter passado pela atmosfera, se a mesma irá atingir a superfície mais diretamente ou mais difusa.

Assim esse estudo objetivou determinar o índice de transmitância da atmosfera, com o intuito de caracterizar a qualidade atmosférica para o município de Humaitá – AM, quanto a sua turbidez.

## METODOLOGIA

### Área de estudo

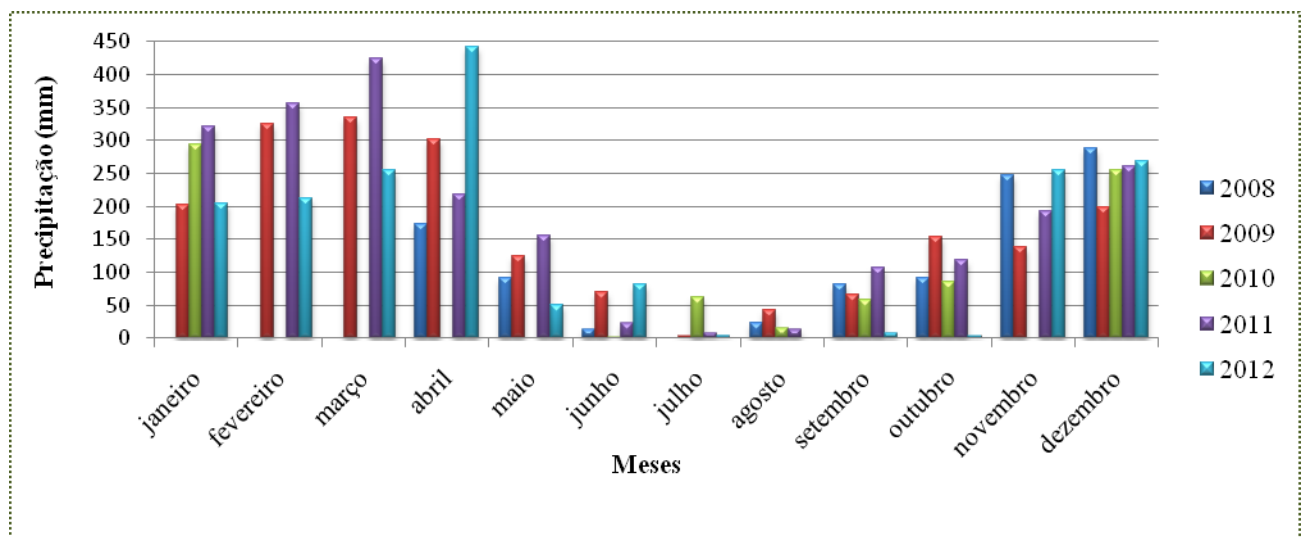
Humaitá é um município brasileiro localizado no interior do estado do Amazonas cuja coordenadas são 07°30'22" latitude Sul e 63°01'15" longitude Oeste, e de 90 metros de altitude. Pertencente à mesorregião do Sul Amazonense e Microrregião do Madeira, sua população é de 45.954 habitantes, de acordo com estimativas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em 2012. Limita-se com os municípios de Manicoré ao norte, leste e oeste, Porto Velho, capital de Rondônia ao sul e Tapauá e Canutama ao Oeste. Sua área é de 33.071.667 Km<sup>2</sup>.



**Figura 01-** Mapa de localização da Cidade de Humaitá em Relação ao Mapa do Brasil e da Região Norte.

### Climatologia de Humaitá – AM.

A região de Humaitá apresenta uma estação seca entre os meses de maio a setembro e chuvoso entre os meses de outubro e abril, corroborando com o clima amazônico, divide-se em dois períodos chuvosos que compreende os meses de janeiro a abril e de outubro a dezembro como mostrado na figura 02. O período seco compreende os meses de maio a setembro onde a precipitação mensal não atinge 100 mm. Os totais pluviométrico no período seco, variam de 0 mm à 100 mm, enquanto no chuvoso os totais pluviométricos chegam próximos dos 350 mm mensais (Ferreira, 2005).



**Figura 02 -** Precipitação da cidade de Humaitá-AM nos anos de 2008 a 2012.

### Dados

Os dados utilizados para esse estudo foram obtidos por um piranômetro instalado na estação Meteorológica Automática (EMA), pertencente ao Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, instalada na Escola Agrícola em Humaitá – AM durante o ano de 2012. Os dados eram baixados mensalmente no site do INMET, no laboratório de meteorologia e climatologia do Instituto de Educação Agricultura e Ambiente – IEAA da Universidade Federal do Amazonas – UFAM, onde foram armazenados e posteriormente trabalhados.



**Figura 03** - Estação Meteorológica automática (EMA) instalada na escola agrícola em Humaitá – AM.

### Parâmetros Estimados

#### Estimativa do Índice de Transmissividade ( $K_t$ )

O  $K_t$  é definido como a razão entre  $R_g$  e a radiação solar que chega ao topo da atmosfera ( $R_o$ ) (RENSHENG et al., 2004; QUERINO et al., 2011). Este índice irá variar de acordo com a quantidade de nuvens e aerossóis na atmosfera, possibilitando a classificação do céu quanto a sua nebulosidade.

$$K_t = \frac{R_g}{R_o}$$

(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 ( $\varphi$ ), declinação solar ( $\delta$ ) e ângulo zenital ( $z$ ).

$$R_o = S_o \cdot E_o \cdot \cos z$$

(2)

Sendo:

$$E_o = 1 + 0,033 \cos\left(\frac{2\pi dn}{365}\right)$$

(3)

onde  $dn$  é o dia do ano correspondente ao calendário Juliano. Para o ângulo zenital solar ( $z$ ), que consiste no ângulo entre o vetor que liga os centros da Terra e do Sol e o zênite local, utilizou-se a seguinte expressão.

$$\cos z = \sin \delta \sin \theta + \cos \delta \cos \theta \cos H$$

(4)

em que,  $\delta$  é a declinação solar que é considerada a latitude (celeste) em que se encontra o Sol, podendo variar de  $0^\circ$  a  $\pm 23^\circ$  ao longo do ano, e é calculada conforme equação abaixo.

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

(5)

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.

$$H = (\text{Hora} - 12) \cdot 15$$

(6)

O índice de claridade (Kt) foi proposto por Iqbal (1983) teve seus valores dispostos na tabela 01. Salienta-se que esses valores possibilitam a classificação do céu de uma dada região quanto a sua turbidez, sendo seus valores foram obtidos a partir da equação 1.

Tabela 01 - Classificação da turbidez atmosférica quanto ao Kt segundo Iqbal (1983).

---

#### ÍNDICE DE CLARIDADE ( Kt )

$Kt \leq 0,3$

Nublado (N)

$0,3 < Kt < 0,7$

Parcialmente Nublado (PN)

$Kt \geq 0,7$

Céu Limpo (CL)

---

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### Radiação Solar no Topo da Atmosfera ( $R_o$ )

A radiação solar no topo da atmosfera ( $R_o$ ) é toda energia eletromagnética existente acima da atmosfera terrestre. A quantificação dessa energia é fundamental para que se possa estimar o quanto de radiação eletromagnética atingirá a superfície da terrestre (ABRANTES, 2002).

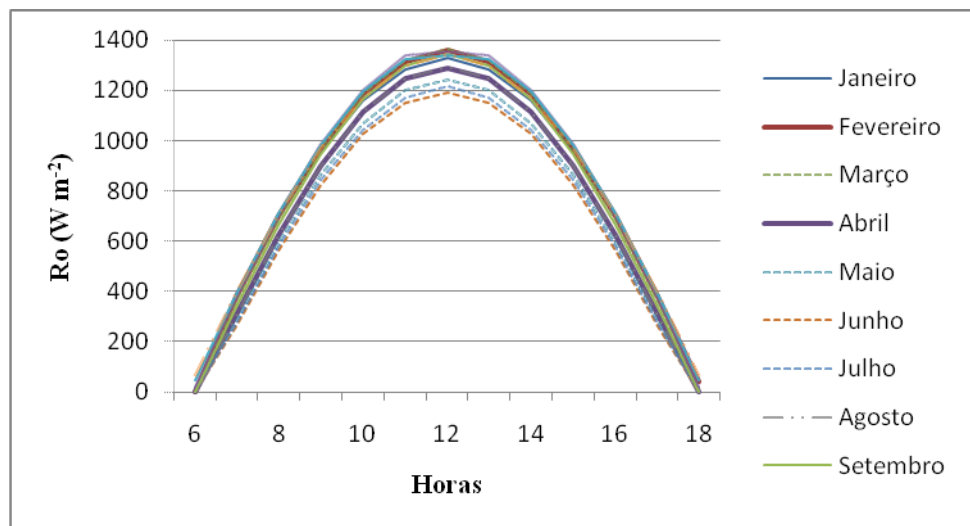
Na figura 04 constata-se que os meses que ocorrem maiores médias de  $R_o$  é outubro ( $1355 \text{ W m}^{-2}$ ), setembro ( $1350 \text{ W m}^{-2}$ ) e agosto ( $1300 \text{ W m}^{-2}$ ) e as menores



ocorrem em janeiro, abril ( $1254 \text{ W m}^{-2}$ ) e Junho ( $1200 \text{ W m}^{-2}$ ). A  $R_o$  é regida por dois fatores astronômicos; o primeiro é a distância Terra - Sol, quando a distância for menor será o periélio e maior será o afélio, e o segundo é a declinação solar, ângulo formado entre o plano do equador e a reta definida pelos centros da Terra e do Sol. (PACHECO, 2005).

Como mostrado na figura 4 o mês em que ocorre a maior média horária de  $R_o$  foi outubro. O fato possivelmente está relacionado com a declinação solar, pois neste mês, o hemisfério sul está na estação de primavera, onde o sol, em seu movimento aparente, cruzou o equador e deslocando-se em direção aos  $23^{\circ}45'S$ .

Já as menores médias acontecem em junho quando tem início o inverno para o hemisfério sul. Com isto, a radiação terá que percorrer um caminho ótico atmosférico muito maior que nas outras estações do ano, além da Terra se encontrar no afélio. Nota-se que as médias crescem à medida que o sol desloca-se para o hemisfério sul, tendo para o período seco sua maior média de  $R_o$  em setembro no mês em que ocorre o equinócio de primavera e tem a quantidade de radiação solar aumentada em razão da proximidade com as latitudes locais.



**Figura 04** - Radiação solar no topo da atmosfera ( $R_o$ ), ao longo do ano sobre o município de Humaitá – AM.

### **Radiação Solar Global ( $R_g$ )**

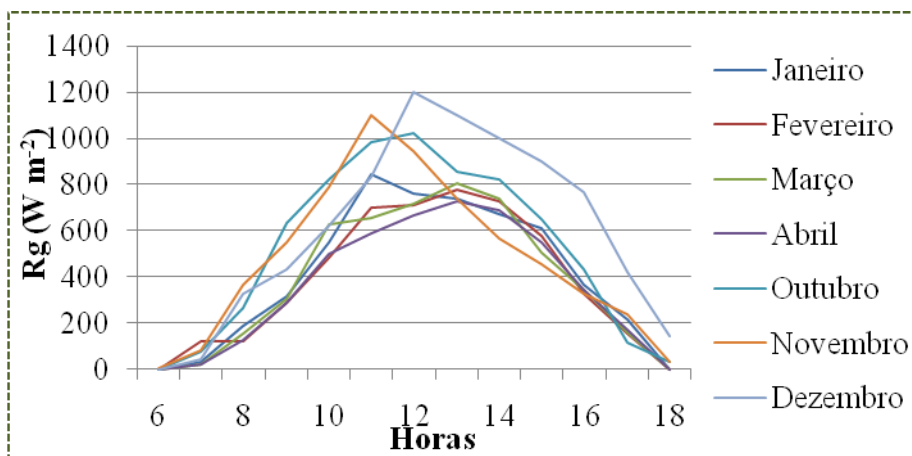
#### **Radiação Solar Global no Período Chuvoso**

A radiação solar global ( $R_g$ ) desempenha um papel essencial para a vida na terra pois ela desencadeia uma série de fenômenos meteorológicos, como a formação de

nuvens e, conseqüentemente a chuva, além de ser uns dos responsáveis pela formação de ventos, originado a partir do aquecimento desigual da superfície terrestre (GONÇALVES, 2010).

As maiores médias de  $R_g$  para o período chuvoso (figura 5) foram registradas no mês de dezembro ( $1200W m^{-2}$ ), novembro ( $1100W m^{-2}$ ) e outubro ( $1000W m^{-2}$ ). Os meses restantes ficaram com seus picos chegando ao máximo de  $800 W m^{-2}$ .

O período chuvoso tem características atmosféricas diferentes de outras épocas. A nebulosidade para essa época apresentam um número elevado de nuvens de tempestades que são características do clima amazônico com chuvas convectivas de curta duração e de grande intensidade (SOUZA, 2009). A formação de nuvens é o principal bloqueio da  $R_g$ , em razão disto, constata-se que no referido ano de estudo ocorreu grandes nebulosidade. Isto fica explícito quando observa-se o total pluviométrico do período (2145mm), o que fez com que a quantidade de  $R_g$  reduzisse significativamente.



**Figura 05** - Radiação solar global ( $R_g$ ) no período chuvoso em Humaitá – AM.

### Período Seco

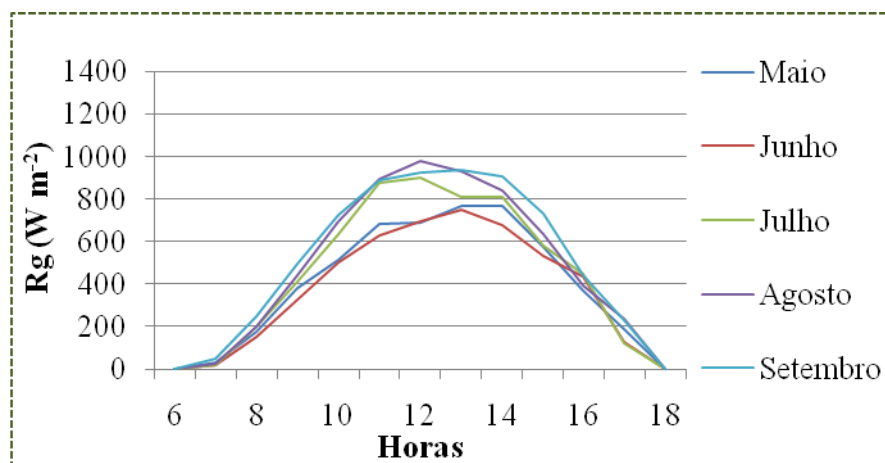
O período seco é caracterizado por ter baixos totais pluviométricos precipitações, e é composto pelos meses de maio, junho, julho, agosto e setembro.

Para o período seco os meses com as maiores médias horárias foram agosto ( $1000W m^{-2}$ ) e maio ( $900W m^{-2}$ ). Os demais meses do período seco obtiveram valores médios mais baixos entre ( $700 a 900W m^{-2}$ ), sendo junho o mês com registro da menor média ( $700W m^{-2}$ ) (figura 6).



Para o período chuvoso o que interferiu na entrada de Rg foi a formação de nuvens de tempestades que dão origem as chuvas convectivas, entretanto o período seco é caracterizado como a época do ano em que ocorre os menores totais pluviométricos, pois julho e agosto de 2008 registraram 10 e 20 mm respectivamente, quantidade insignificante em relação ao período chuvoso, e demonstra que as nuvens de tempestades não são as maiores barreiras da Rg para o período seco.

Ainda na figura 06, verifica-se que o mês que obteve os menores valores médios de Rg foi junho. Um dos motivos para esse baixo registro é a declinação solar, ou seja, o movimento aparente do sol faz durante todo o ano e que, nessa época, atinge sua máxima declinação no hemisfério Norte, iniciando o solstício de inverno no hemisfério Sul. Por isso, neste período a quantidade de energia que chega à superfície é menor em função de um maior caminho ótico que a radiação terá que atravessar até atingir a superfície.



**Figura 06** - Radiação solar global (Rg) no período seco para a cidade de Humaitá – AM.

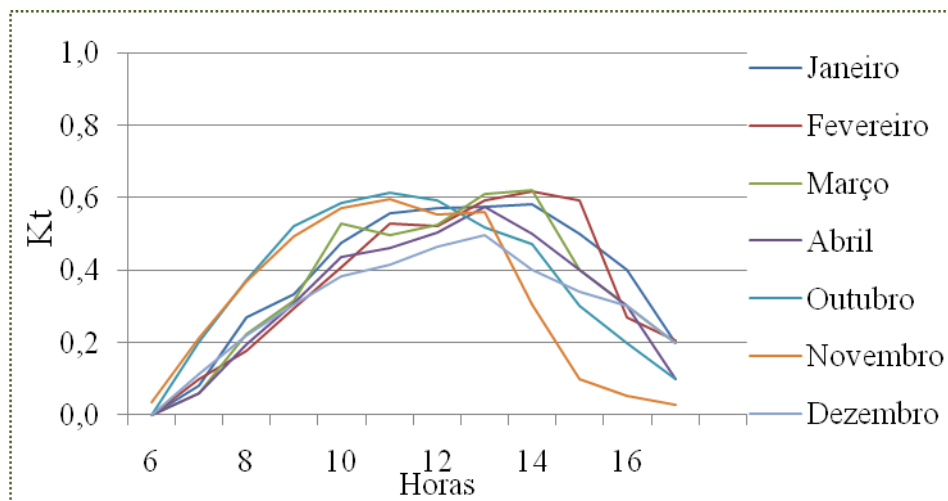
## Índice de Claridade (Kt)

### Período Chuvoso

O índice de claridade (Kt) é uma das principais ferramentas de estudo da qualidade atmosférica (CUNHA, 2009), através deste estudo é possível averiguar o montante de radiação que chega à superfície terrestre em relação à que atinge o topo da atmosfera. Segundo Ometto (1981) cerca de 51% da radiação que alcança o topo da atmosfera chega à superfície dependendo da estação do ano e da latitude.

A figura 7 mostra o Kt médio para Humaitá na época chuvosa do ano de 2012. Neste período nenhum dos meses registraram valores médios acima de 0,6. Destacam-se

os meses de março e fevereiro (0,6) as 14 e 15hs respectivamente. Já o menor Kt médio (0,5) foi observado às 13hs durante o mês de dezembro, que o caracteriza como céu parcialmente nublado.



**Figura 07** - Índice de claridade (Kt) para o período chuvoso em Humaitá – AM.

A Tabela 02 corrobora as afirmações acima descritas e classifica as manhãs e tardes quanto a sua claridade usando como ferramenta a média de todos os períodos chuvosos.

O primeiro período chuvoso de janeiro a abril registrou médias de 0,4 pelas manhãs e 0,5 a tarde desta forma a classificação do céu é parcialmente nublados, o mesmo acontece para o segundo período chuvoso de outubro a dezembro onde tanto o pico e as médias das manhãs e tardes ficaram com valor de 0,6 céu parcialmente nublados conforme tabela 2.

**Tabela 02** - Índice de Claridade (Kt) no período Chuvoso em Humaitá-AM.

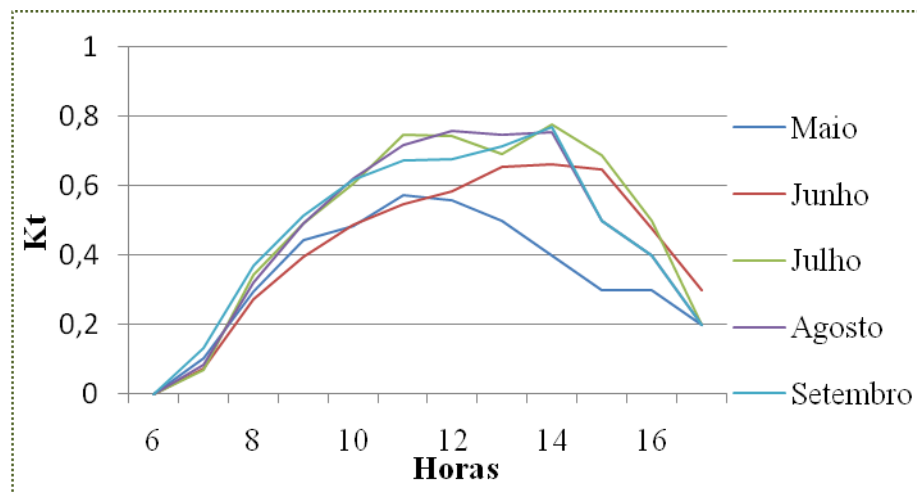
ÍNDICE DE CLARIDADE					
Meses	Pico	Média	Manhã	Média	Tarde
Janeiro á Abril	0,6	0,4	P.N	0,5	P.N
Outubro a dezembro	0,6	0,6	P.N	0,6	P.N

### Período Seco

O período seco composto pelos meses de maio a setembro, mostra que os meses que tiveram os maiores Kt foram julho, agosto e setembro, com picos no mesmo

horário, 14h e mesmo valor, 0,8. No entanto os meses de julho e agosto apresentam valores para céu limpo a partir das 11hs permanecendo assim até às 14hs. Já os menores Kt médios aconteceram nos meses de maio e junho 0,6 e 0,5 respectivamente.

A tabela 03 mostra a classificação do Kt do ano de 2012 no período seco. Nota-se que mesmo se tratando de uma época seca os valores médios em todos os meses não superaram os 60% de transmissividade atmosférica, o que os classificam como sendo parcialmente nublados. Verifica-se também que no geral as manhãs são classificadas com parcialmente nubladas enquanto as tarde foram nubladas. O motivo pode estar relacionado à formação de nuvens que tendem a se intensificar com o passar da manhã, devido a movimentos convectivos ocasionados pelo aquecimento da superfície.



**Figura 08** - Índice de claridade (Kt) para o período seco em Humaitá –AM

Tabela 03: Índice de Claridade (Kt) no período seco em Humaitá-AM.

ÍNDICE DE CLARIDADE					
Meses	Pico	Média	Manhã	Média	Tarde
Maio a Setembro	0,7	0,6	P.N	0,3	N

### CONCLUSÕES

Diante dos resultados e discussões acima feitas, elucidam-se as seguintes considerações finais:

- Os meses que fazem parte do período seco há uma maior claridade atmosférica .
- Os meses dentro do período chuvoso tiveram os menores índices de claridade.
- No ano todo, as manhãs apresentaram, no geral, valores que as classificam como Parcialmente Nubladas.

- Por fim, constatou-se que houve uma predominância, para o ano de 2012, de céu parcialmente nublado durante todo o dia.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Instituto Nacional de Meteorologia – INMET por disponibilizarem os dados utilizados nessa pesquisa. Agradecem ainda a FAPEAM, fundo de Amparo a Pesquisa do Estado do Amazonas pela concessão de bolsa PIBIC do primeiro autor.

## REFERÊNCIAS

ABRANTES, Joselito Santos. **Bio (Sócio)Diversidade e Empreendedorismo Ambiental na Amazônia**. 2002. 116f.. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Sustentável) – Centro de Desenvolvimento Sustentável da Universidade de Brasília, Brasília.

CUNHA, A. P.; Martins, D. **Classificação climática para os municípios de Botucatu e São Manuel, SP**. Irriga, v.14, p.1-11, 2009

DANTAS, R.T. et al. **Determinação dos coeficientes da equação de Angstrom para estimativa da irradiação solar global em dois municípios da Paraíba**. CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 11. REUNIÃO LATINO-AMERICANA DE AGROMETEOROLOGIA, 2. 1999, Florianópolis, Anais.Florianópolis. 1999. p.2399-2403, CD-ROM

DA ROCHA, H.R.; Manzi, A.O.; SHUTTLEWORTH, J.: **Evapotranspiration**. In. KELLER M.; BUSTAMANTE, M.; GASH, J.; DIAS, P.S.; Amazonia and Global Change. Geophysical Monograph Series 186, p. 261 – 272, 2009.

ESCOBEDO, g. Oliveira, a. p. Soares, j., codato j. f. Gomes, e. n., Pai, a. d. **Global and diffuse solar irradiances in urban and rural areas in Southeast Brazil. Theoretical and Applied Climatology**, 2008.

FATTORI, P.A.; Ceballos, J.C. **Glossário de termos técnicos em radiação atmosférica**, 2005.

GONÇALVES, K.S. **Queimadas e atendimentos ambulatoriais por doenças respiratórias em crianças no município de Porto Velho, Rondônia**. Dissertação de Mestrado defendida na Escola Nacional de Saúde Pública, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro. 124pp. 2010.

MALHI, Y.; ROBERTS, J.T.; BETTS, R.A.; KILLEEN, T.J.; LI, W.; NOBRE, C. Climate change, deforestation and the fate of the Amazon. **Science** v. 319, p. 169-172, 2008.

OMETTO, J.C. **Estudo das relações entre radiação solar global, radiação líquida e insolação**. 1968. Tese (Doutorado) - Escola Superior de “Luiz de Queiróz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1968.

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

QUERINO, C.A.S., Moura, M.A.L., R.F.F. LYRA, Mariano, G.L. **Avaliação e comparação de radiação solar global e albedo com ângulo zenital na região Amazônica**. Rev. Bras. de Meteorologia. v. 21(3a), p. 42 – 49, 2006.

QUERINO, C.A.S.; Moura, M.A.L.; Querino, J.K.A. da S.; VON RADOW, MARQUES FILHO, A. de 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

RICIERI, R.P. **Modelos de estimativa e avaliação dos métodos de medida da radiação solar difusa**. Botucatu, 1998, 81p. Tese (Doutorado em Ciências Agrônomicas). Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho” Faculdade de Ciências Agrônomicas.

SOUZA, C.G. **A influência do ritmo climático na morbidade respiratória em ambientes urbanos**. Dissertação de Mestrado defendida na Universidade Estadual Paulista. 199pp. 2009.

SOUZA, R. V. G. ; Robledo, L.; Pereira, F. O. R.; Soler, A. **Evaluation of global luminous efficacy models** for Florianópolis, Brazil. Building and Environment, v.41, p.1364-1371, 2005.

SOUZA, J.L. de.; NICÁCIO, R.M.; MOURA, M.A.L. Global solar radiation measurements in Maceió, Brazil. **Renewable Energy**. v. 30, p. 1203 – 1220, 2009.

**Recebido 3/12/2013. Aceito 2/1/2014.**

Contatos:

<sup>1</sup> Acadêmicos 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.

<sup>2</sup> Docentes 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.

<sup>3</sup> Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso - Campus Cuiabá - Bela Vista Av. Juliano Costa Marques, s/n| Complemento: esquina com Avenida Oatomo Canavarros | Bairro Bela Vista | CEP: 78050-560 | Cuiabá/MT.

<sup>4</sup> Programa de Pós-graduação em Física Ambiental/Instituto de Física/Universidade Federal de Mato Grosso: Av. Fernando Corrêa da Costa, nº 2367, Bairro Boa Esperança, Cuiabá-MT CEP 78.060-900.