

Ano 7, Vol XII, Número 1, Jun-Jul, 2014, Pág. 42-56.

## ANÁLISE DA RADIAÇÃO SOLAR GLOBAL (R<sub>g</sub>) E ALBEDO SUPERFICIAL SOBRE UM ECOSISTEMA DE FLORESTA NATIVA EM HUMAITÁ - AM DURANTE O PERÍODO CHUVOSO

Vagner Marques Pavão<sup>1</sup>; Carlos Alexandre Santos Querino<sup>2</sup>; Juliane Kayse Albuquerque da Silva Querino<sup>2</sup>; Paulo André da Silva Martins; Luan Ferreira Siqueira<sup>1</sup>; Larissa de Oliveira Leite<sup>1</sup>; Letícia de Azevedo Passos<sup>1</sup>; Tyson Antonio Ceron Rodrigues da Costa<sup>1</sup>; Nadja Gomes Machado<sup>3</sup> e Marcelo Sacardi Biudes<sup>4</sup>

**RESUMO:** A Amazônia é considerada a maior floresta tropical do planeta. Com um dos ecossistemas mais ricos do mundo, a floresta Amazônica é de extrema importância para o clima tanto em escala local, regional como global devido a grande quantidade de energia disponível nesse ecossistema. Essa energia é primordialmente proveniente da radiação solar global, e também, grandemente influenciada pelo albedo que por sua vez, é dependente das propriedades físicas da superfície, como rugosidade coloração, além de fatores astronômicos. Por isso, alterações na superfície por conta do desmatamento podem influenciar no balanço radiativo. O presente estudo analisou a radiação solar global (R<sub>g</sub>) e o albedo durante a estação chuvosa em um ecossistema de floresta nativa em Humaitá, Amazonas. Os valores totais diários médios do R<sub>g</sub>, obtidos no período estudado, foram 4085; 4163; 4348 e 4166 W. m<sup>-2</sup>. dia<sup>-1</sup> respectivamente. Verificou-se que a mudança aparente meridional do sol, o meio dia solar verdadeiro e, principalmente, a nebulosidade foram os principais responsáveis pelas mudanças de R<sub>g</sub> para cada mês estudado. Para variável albedo obteve-se valores de 11,9; 12,2; 12,2 e 12,9% respectivamente. Constatou-se também a possível influência do ângulo zenital juntamente com a mudança de coloração da vegetação nos valores obtidos para o albedo.

**Palavras chave:** Radiação Solar Global, Albedo, Amazônia.

**ABSTRACT:** Amazonia rain forest is considered the biggest tropical forest of the world. It's detain one of the most rich ecosystem of the world, Amazonia has a great importance in the local, regional and global climate, due to the high quantity of energy available from this ecosystem to the atmosphere. That energy comes primordially from the solar global radiation. The Amazonian forest has also been known as important source of humidity. The total available energy in this kind of ecosystem is usually influenced by the surface albedo. The main aim of this article was to analyze the global solar radiation (R<sub>g</sub>) and albedo throughout the rainy season in a native forest ecosystem in Humaitá, Amazon. The total daily mediums values of R<sub>g</sub>, obtained to the studied period, were 4085; 4163; 4348 and 4166 W. m<sup>-2</sup>. day<sup>-1</sup> respectively. It was verified that the apparent movement of the sun, the half true solar day and, mainly, the cloudiness were the main responsible for the changes of R<sub>g</sub> to each month of this study. To albedo was observed values of 11,9; 12,2; 12,2 and 12,9% to January, February, March and April respectively. The main reason to that variation was probably a possible influence of the zenith angle associated to the change of canopy coloration.

**Keywords:** Global Solar Radiation, Albedo, Amazonia.

### 1. INTRODUÇÃO

Florestas tropicais são de extrema importância para o clima tanto em escala local como global. Com uma área de 7,6 milhões de km<sup>2</sup>, a Amazônia é considerada a maior floresta tropical do planeta e detém um dos ecossistemas mais ricos do mundo (Filho et al., 2009; Galvão et al., 2000; Querino et al., 2006; Salati et al., 2006). No entanto tanta

riqueza vem sofrendo sérios danos ao longo das últimas décadas, pois a região amazônica está sujeita a uma forte pressão antrópica através da expansão da ocupação humana, atividades agrícolas, mineiras e urbanização, que resultam em um desflorestamento descontrolado (Rivero et al., 2009).

Reconhecida amplamente como importante fonte de energia e umidade para os processos físicos, químicos e biológicos que ocorrem em escala local e global na atmosfera tropical (Galvão et al., 2000), a floresta amazônica funciona como um receptor e armazenador de energia, e permite que parte da radiação solar incidente sobre a superfície não se perca (Querino et al., 2006). Por isso, a substituição em grande escala das florestas por pastagens ou campos agrícolas altera o balanço radiativo superficial, diminui as taxas de evapotranspiração e a composição e quantidade de núcleos de condensação de nuvens, que podem levar à modificação do regime de chuvas e, conseqüentemente, a alterações no ciclo hidrológico da bacia (Malhi et al., 2008; da Rocha et al., 2009). Sabe-se também que a energia disponível em um determinado local depende da combinação de diversos fatores dos quais se destaca a radiação solar global e o albedo.

Radiação solar é toda radiação eletromagnética proveniente do Sol que atinge o planeta (Querino et al., 2006; Querino et al., 2011). Essa radiação é de extrema importância para a vida na Terra, pois é responsável pelos principais processos de ordem física, química e biológica, tanto animal quanto vegetal, bem como responsável direto na disposição da energia primária para todos os processos terrestres, desde 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). Então, o conhecimento do comportamento da radiação solar global (R<sub>g</sub>), é primordial para o entendimento da disponibilidade de energia para os diversos processos no sistema terra-atmosfera.

Por sua vez, o albedo é considerado a principal variável no balanço de radiação terrestre (Querino et al., 2006; Giongo et al., 2009). O albedo ( $\alpha$ ) é uma medida adimensional que representa a taxa da radiação solar incidente que é refletida pela superfície (Garcia et al., 2004), ou seja, é a razão entre o fluxo de radiação refletido por uma dada superfície em todas as direções e o fluxo incidente sobre ela (Moura et al., 1999; Querino et al., 2006; Kushari & Konitpong, 2011). Por ser considerada uma das principais ferramentas controladoras do balanço de energia e, conseqüentemente do

clima da terra, um conhecimento detalhado de como o albedo varia no espaço e no tempo é crucial para entendermos o balanço de radiação global, sua influência no clima e na dinâmica da vegetação (Lucht et al., 2000; Davidson & Wang, 2004; Kirschbaum et al., 2011). De acordo com Davidson & Wang (2004), dados de albedo são tão imprescindíveis que os mesmos passam a serem considerados componentes chaves nos modelos de circulação geral da atmosfera (Vikhamar & Solberg, 2003; Kirschbaum et al., 2011).

Por se tratar de variáveis tão importante juntamente com a importância da floresta é que estudos envolvendo os três componentes aqui citados se tornam fundamentais para o entendimento do clima e suas possíveis alterações. Com isso, o presente estudo teve como objetivo analisar a radiação solar global e o albedo, durante a estação chuvosa, em um ecossistema de floresta nativa em Humaitá, Amazonas.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1. Área de Estudo**

O município de Humaitá está situado à margem esquerda do Rio Madeira, afluente da margem direita do Rio Amazonas, dista cerca de 200 km de Porto Velho e 675 km de Manaus pela Rodovia BR-319 (Martin et al., 2006). Nessa região a vegetação predominante é de florestas tropicais densas e/ou aberta, bem como vegetações do tipo campo intercalada por florestas. Os campos dessa região constituem parte do complexo de vegetação de campos e matas abertas dos “Campos Puciarí – Humaitá”, presentes ao sul do estado do Amazonas e norte de Rondônia. Esses campos ocupam uma área com cerca de 3418 km<sup>2</sup>, onde os campos de Humaitá ocupam aproximadamente 18% desse total. Nos campos predominam gramíneas e as florestas circundantes são formadas por florestas mesófilas baixas, florestas perenifólias altas, palmeiras, castanhais e outras (Vidotto et al., 2007; Filho, 1993; Braun & Ramos, 1959 *apud* Martins et al., 2006).

### **2.2. Dados**

Os dados de radiação solar global incidente e refletida foram coletados em um ecossistema de floresta densa durante parte do período chuvoso do ano de 2012 em Humaitá – AM. A radiação global (R<sub>g</sub>) foi obtida com os piranômetros modelo CNR1 Kipp & Zonne (Delft, Holanda) instalados em uma torre micrometeorológica (7° 32' 2,16" S e 63°14' 37,65" W, 76,8m) com 45 metros de altura pertencente ao projeto CENÁRIOS (Figura 1). Já os dados de precipitação, foram coletados a cada 30s e

tiveram suas médias horárias armazenadas em um datalogger da estação meteorológica automática (EMA) pertencente ao Instituto Nacional de Meteorologia – INMET (7° 09' 22'' e 63° 09' ,22'' W, 72m) e instalada na antiga escola agrícola de Humaitá.

Após a coleta, os dados foram trazidos para o laboratório de meteorologia e climatologia do Instituto de Educação-Agricultura e Ambiente – IEAA da Universidade Federal do Amazonas – UFAM. Para uma melhor compreensão dos dados, os mesmos foram processados em médias horarias mensais para que se pudesse observar a variação diurna entre os meses do período chuvoso.

Para o cálculo do albedo utilizou-se a razão entre radiação solar global refletida e incidente que é:

$$\alpha = \frac{R_f}{R_g} \times 100$$

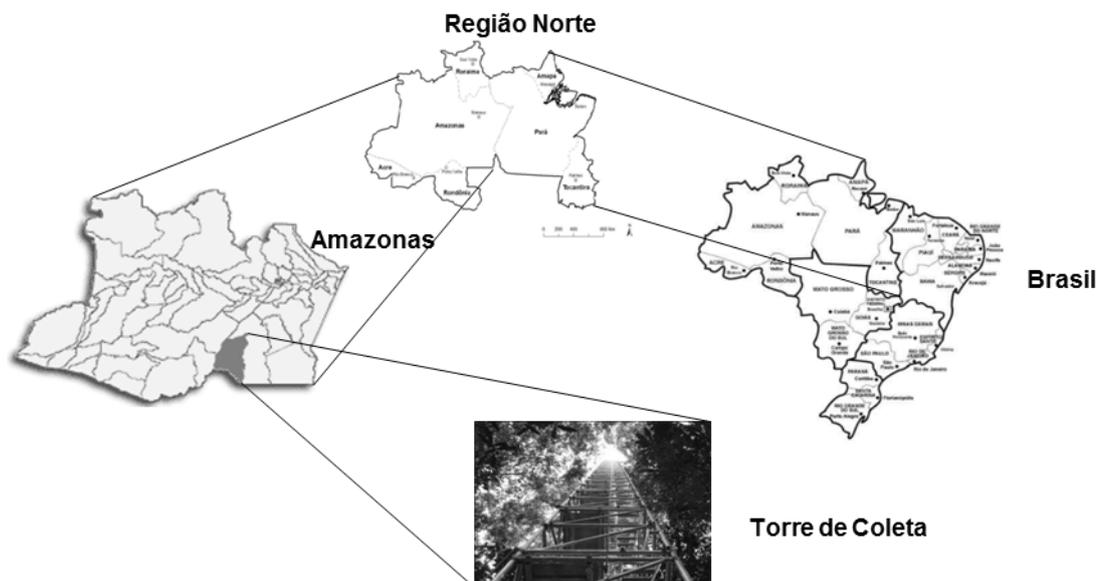
1)

Onde:

$\alpha$  – albedo superficial (%)

$R_f$  – radiação solar global refletida

$R_g$  – radiação solar global incidente



**Figura 1:** Localização geográfica da torre de coleta de dados do projeto.

### 2.3. Climatologia da Região

Algumas variáveis meteorológicas, como precipitação, torna-se imprescindível para o entendimento de alguns estudos. O regime de chuvas que ocorrem na Amazônia, e por sua vez em Humaitá está diretamente interligado com sistemas meteorológicos

como o La Niña, da atuação predominante da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), das linhas de instabilidade, da penetração de sistemas frontais, da fonte de vapor d'água representada pela floresta amazônica (evapotranspiração), pela atuação da cordilheira dos Andes (Barreira Física, que não permite a passagem de massas de ar que saem da Amazônia) e da Alta da Bolívia (Vianello e Alves 1991).

A energia solar, também desempenha um papel fundamental para a precipitação na Amazônia, pois com o balanço de energia à superfície disponibiliza uma grande quantidade de energia para a atmosfera em forma de calor sensível e latente, aumentando as convecções locais (Cavalcanti, 1982). Outro sistema causador de precipitações na Amazônia são as linhas de instabilidade, e pode-se dizer que são sistemas sempre associadas a zonas de baixa pressão e as ondulações frontais, onde formam-se pequenas depressões barométricas, e formam nuvens cumuliformes que se desenvolvem, se deslocam, e resultam em intensas chuvas. Este sistema acontece mais predominantemente no verão do hemisfério Sul, e assumem forma alongada, por conta disto são chamadas linhas de instabilidade (Barbieri, 2005). No entanto existem outros mecanismos que são responsáveis pelo total pluviométrico na Amazônia, como os sistemas frontais.

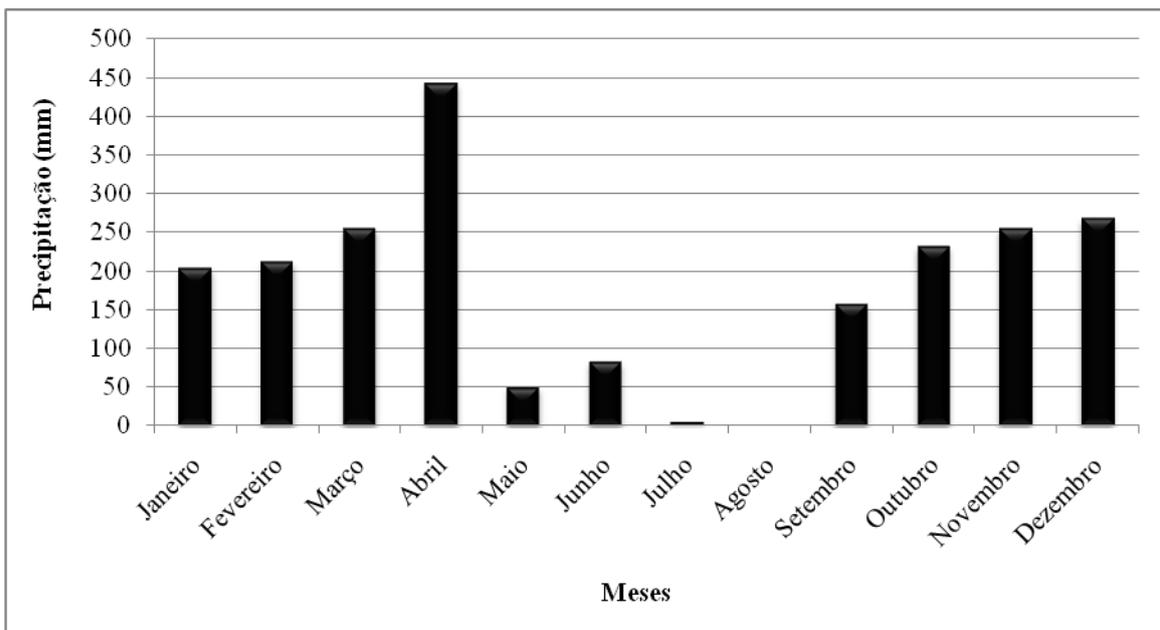
A distribuição das precipitações na cidade de Humaitá se assimila as demais partes da região amazônica, ou seja, ela caracteriza um período seco, com precipitações variando de 0 mm à 100 mm, entre maio e outubro, e o chuvoso de novembro à abril, com totais pluviométricos próximos dos 500 mm mensais (Ferreira, 2005). A figura 2 mostra o comportamento da precipitação ocorrida em 2012 na região de Humaitá-AM, deixando evidente a sazonalidade dos períodos seco e chuvoso. Demonstra-se com isso, a relação das chuvas amazônicas com outros fatores que influenciam diretamente a sazonalidade da região e fazem com que nos períodos de verão seja o período mais chuvoso e de outono e inverno o período mais seco. No entanto, o mês de abril, mostrou-se com totais pluviométricos acima da média, em relação há anos anteriores, isso acontece, segundo o Sistema de Proteção da Amazônia – SIPAM, por condições favoráveis á entrada de frentes, ou da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS).

Segundo Lopes, (2012) as ZCAS é um sistema meteorológico que pode ser entendido como uma frente fria que fica estacionada sendo alimentada pela umidade da Amazônia, este sistema propicia o favorecimento de forma vertical de nuvens e que essa por sua vez contém elevados volumes de chuvas (Bastos, 2000). O índice de

precipitação também pode esta sob influencia do fenômeno La Niña que consiste no resfriamento das águas superficiais do Oceano Pacífico Equatorial Central e Oriental tornando as águas do oceano mais fria. Este sistema ainda faz com que as frentes frias que chegam ao centro sul brasileiro tenham sua passagem de forma mais rápida e com mais força assim chegam ao nordeste brasileiro e ao sul da Amazônia, onde localiza-se Humaitá o que propiciou um aumento do índice de precipitação, no mês de Abril.

Os meses de setembro e outubro não tiveram valores reais do total pluviométrico, isto ocorreu em função de problemas na Estação Meteorológica Automática – INMET. No entanto Segundo o SIPAM os meses de setembro e outubro, apresentaram para o mesmo ano, valores dentro da normalidade em relação há outros anos, com valores de 157 e 232 mm nos respectivos meses, sendo este período, característico do inicio da estação chuvosa. Segundo a Agência Nacional de Águas (ANA) e Serviço Geológico do Brasil (CPRM), a partir do final de setembro os índices de precipitação aumentam sendo assim maiores que os meses anteriores. Ainda segundo essas mesmas agências, os meses de setembro e outubro são os meses de transição da estação seca para a chuvosa, e que indica possibilidade de céu com poucas nuvens e temperaturas elevadas. Esta condição propicia a instabilidade atmosférica, possibilitando a convecção e a formação de nuvens com grande desenvolvimento vertical, sendo assim ocasiona chuvas em forma de pancadas e acompanhadas de trovoadas, indicando o início da estação chuvosa em quase toda a Região Amazônica, bem como na região de Humaitá-AM.

Os totais pluviométricos no sudeste do Amazonas registraram 120mm; Tendo em vista que os sistemas que causam as chuvas na região Sudeste da Amazônia são os mesmos causadores no sul do Amazonas, pode-se inferir que os totais pluviométricos em Humaitá esta dentro destes valores com precipitações de outubro maiores que as de setembro pois neste mês as precipitações são maiores por já esta dentro da estação chuvosa.



**Figuras 2** - Totais pluviométricos mensais para o município de Humaitá - AM no ano de 2012.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1. Radiação Global (Rg)

No ambiente de floresta a Radiação Solar Global (Rg) é de fundamental importância nos processos de fotossíntese, aquecimento do ar e da superfície e evapotranspiração (Santos et al., 2010). A Figura 3 mostra os valores médios horários mensais de Rg nos meses de janeiro, fevereiro, março e abril de 2012. Os valores de Rg médios horários mensais foram 314,2; 320,2; 334,5 e 320,4  $W.m^{-2}$  respectivamente, ao passo que, seus totais diários médios foram de 4085; 4163; 4348 e 4166  $W.m^{-2}.dia^{-1}$ , respectivamente. Esses valores são próximos aos encontrados por Moura et al. (2001) e Querino et al. (2006) que observaram um Rg total diário médio próximo a 4600  $W.m^{-2}.dia^{-1}$  ao estudarem áreas de floresta pertencentes aos estados de Rondônia e Amazonas. Verificou-se que o mês com maior valor de Rg foi o mês de março. Corroborando com Araújo et al. (2005) que também observou valores superiores de Rg para esse mês em relação aos meses de Janeiro, Fevereiro e Abril. Isso se explica pelo fato de que, nesse mês, o sol encontra-se praticamente culminado na região equatorial, conferindo assim, maiores valores de radiação para a área de estudo e conseqüentemente para o mês estudado.

Para os meses de Janeiro a Março houve um aumento gradativo do Rg de um mês em relação ao outro, com uma sensível diminuição no mês de abril. Essas diferenças

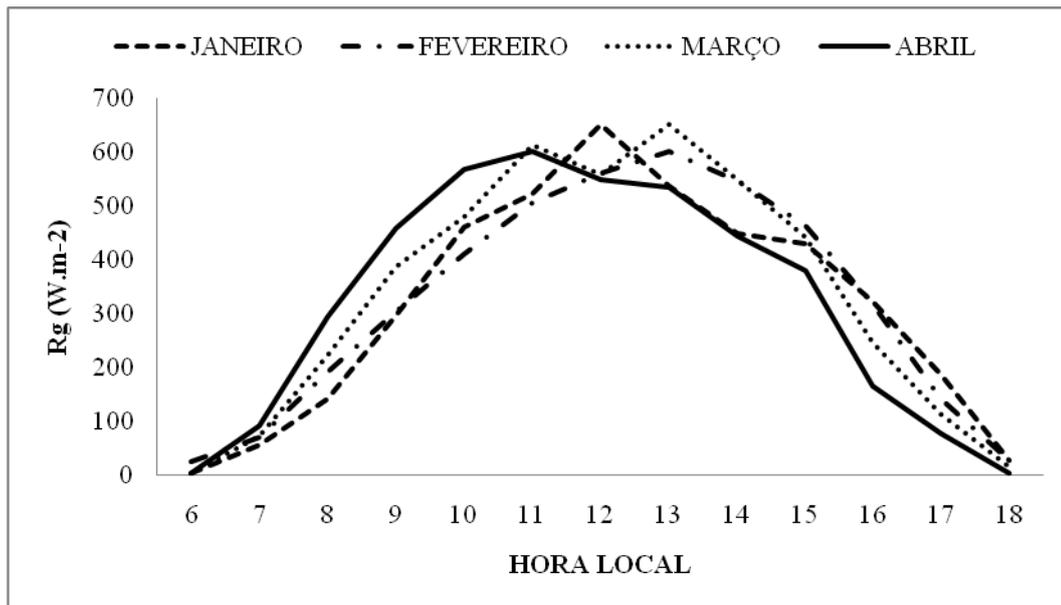
podem está relacionada à mudanças na declinação do sol ao longo do ano, que está associado a um conjunto de fatores astronômicos como o movimento de translação e a inclinação do eixo terrestre (Varejão-Silva, 2006). Assim, quando comparado com os outros meses em questão, o hemisfério sul durante o mês de abril estaria recebendo menos radiação solar no topo da atmosfera e conseqüentemente uma menor quantidade estaria chegando à superfície, pois o sol já se encontra por completo no hemisfério norte. Verifica-se ainda, que o mês de abril apresentou os maiores valores de precipitação, e conseqüentemente maior nebulosidade para esse período. Segundo Custódio et al. (2009) a nebulosidade pode ser considerada como a cobertura de nuvens em um determinado local e mostra-se como um dos fatores preponderante no que diz respeito à atenuação da radiação solar.

Constatou-se também um comportamento discrepante entre os meses de estudo. Quando comparam-se os meses em questão, novamente destaca-se o mês de abril. Observou-se valores bastante elevados durante o período da manhã e os menores valores durante a tarde. Possivelmente o fato é relacionado a uma menor nebulosidade durante o período da manhã, e um aumento dessa nebulosidade no período tarde devido formação nuvens convectivas nesse horário. Galvão et al. (2000) em estudos realizado em uma floresta na Amazônia, também observaram uma redução da  $R_g$  ao final da tarde atribuindo essa redução á formação de nuvens convectivas e posteriormente ocorrência da chuva nesse período. Filho et al. (2006) observaram uma maior variação na radiação solar global no período chuvoso com um coeficiente de variação de 22,6%, conferindo esse fato a uma maior variação diária da nebulosidade nesse período.

Os maiores valores médios horários ( $561, 579$  e  $581 \text{ W m}^{-2}$ ) ocorrem entre as 11 e 13 horas respectivamente. Filho et al. (1988), Filho et al. (2006) e Moura et al. (2001) também observaram os maiores picos de radiação solar incidente nesses horários, no entanto, com valores superiores á  $700 \text{ W.m}^{-2}$ . Essa variação observada é influenciada provavelmente pelo meio dia solar verdadeiro que varia durante o ano (Varejão-Silva, 2006). Isso acarretará horários diferentes em que o Sol estará com um menor ângulo zenital, pois de acordo com Querino et al. (2006), quanto menor o ângulo de incidência, maior o  $R_g$  devido a um menor caminho ótico que os raios solares têm que percorrer para atravessar a atmosfera.

No mês de março observa-se um comportamento atípico no período compreendido entre as 11 e 13 horas. Verificou-se que  $R_g$  foi crescente até atingir 600

$W m^{-2}$  às 11 horas tendo uma redução às 12 horas e tornando a subir, até atingir seu máximo de  $652 W m^{-2}$  às 13 horas. O mês de abril apresentou o menor valor médio horário mensal de  $R_g$ , com  $600 W.m^{-2}$  às 11 horas. Provavelmente essas variações tenham ocorrido devido à presença de nuvens convectivas nesse horário, uma vez que, com o aumento das nuvens há uma intensificação na reflexão da radiação atmosférica reduzindo a quantidade de  $R_g$  que atinge a superfície (Dias, 2006).



**Figura 3** – Média horária mensal da radiação solar global ( $R_g$ ) em  $W m^{-2}$ , no período chuvoso, em um ecossistema de floresta no município de Humaitá – AM no ano de 2012.

### 3.2. Albedo

O albedo ( $\alpha$ ) é uma medida adimensional calculado a partir da razão entre a radiação solar refletida e incidente (Garcia et al., 2004; Braga et al., 2009). A figura 3 apresenta valores calculados para o albedo nos meses de janeiro, fevereiro, março e abril (período chuvoso), onde os valores médios mensais foram 11,9; 12,2; 12,2 e 12,9%, respectivamente. Giongo et al. (2009); André et al. (1988) e Querino et al. (2006) também observaram valores semelhantes a estes. De acordo com Liberato, (2011) em média o albedo para floresta é de 13% ao passo que para regiões de pastagem atingem 18%. Na floresta, como a folhagem é agrupada na copa, com picos e depressões organizadas na superfície dos dosséis, a maior parte da radiação solar incidente penetra no interior da floresta antes de ser refletida, resultando numa

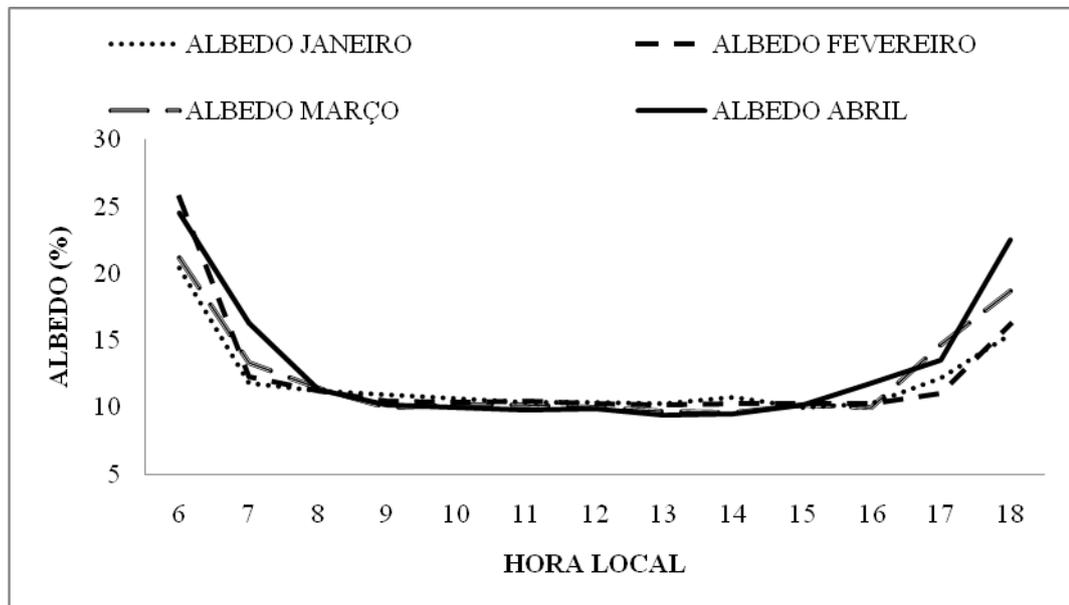
acentuada captura de radiação solar e, conseqüentemente, numa baixa reflexão (Shuttleworth et al., 1984; Eck & Deering 1992 *apud* Leitão et al., 2002).

Esse aumento gradativo do albedo com o passar dos meses está em função basicamente das maiores reflexões observadas no início da manhã e final de tarde. Pois analisando as médias horárias para o período estudado, verificou-se que no início da manhã e final da tarde, aproximadamente entre 6 e 7 da manhã e 17 e 18 da tarde, foram os períodos onde se observou os maiores valores médio mensais para o albedo, atingindo um máximo médio de 18,2 e 15,5% respectivamente. Leitão et al. (2002) afirma que próximo do nascer e pôr do sol, as irregularidades no topo dos dosséis podem produzir reflexões laterais aumentando o albedo. Querino et al. (2006) estudaram o albedo em duas áreas de floresta da Amazônia e também perceberam que os maiores valores ocorrem no amanhecer e entardecer. Os autores atribuíram esses valores de albedo a um maior ângulo zenital ( $Z$ ) nesses horários, uma vez que, os maiores valores de albedo estão em função da maior inclinação dos raios solares.

Analisando o período entre 8 e 16 horas verificou-se valores de albedo de 10,5; 10,4; 10,1 e 10,2% respectivamente. Filho et al. (2006), em estudo realizado em uma floresta no nordeste da Amazônia observaram valores de albedo de 8,2% no período chuvoso e 9,2% em período menos chuvosos. Atribuindo esses resultados de menor albedo no período chuvoso a maior umidade nos dosséis das árvores, bem como o aumento de área foliar do dossel no período. Segundo Leivas et al. (2007) a água tem grande capacidade de absorção e transmissão refletindo, conseqüentemente, menos radiação solar. Nesse período o albedo permaneceu praticamente constante com um valor médio de aproximadamente 10,3%, voltando a aumentar às 17 horas, corroborando assim, com Moura et al. (1999) *apud* Querino et al. (2006). Os autores afirmaram que a constância dos valores do albedo em determinada hora do dia não está somente relacionada com o ângulo zenital, mas também com a nebulosidade, geometria da copa e tipo de planta. Sabe-se também que o albedo irá variar com a espécie, a fase do desenvolvimento, o estado de sanidade, o índice de área foliar entre outras variáveis da vegetação (Varejão-Silva, 2006).

Comparando os valores do albedo encontrado para os horários compreendidos entre 8 e 16 horas com os valores obtidos no nascer e pôr do sol, verifica-se que houve uma redução de aproximadamente 7 pontos percentuais. Isso pode ser explicado devido ao fato de que entre 8h e 16h o sol estará formando um menor ângulo com o zênite

local, ou seja, a radiação solar irá atingir a superfície mais perpendicular. Dessa maneira a superfície tenderá a refletir menos radiação do que nos horários extremos do período diurno (Querino et al., 2006).



**Figura 4** - Albedo médio horário mensal em % no período chuvoso em um ecossistema de floresta no município de Humaitá - AM no ano de 2012.

#### 4. CONCLUSÕES

Diante do exposto em toda discussão referente a esse artigo, enunciam-se as seguintes conclusões:

- Constatou-se que o deslocamento aparente do sol, o meio dia solar verdadeiro e a presença de nuvens, são fatores primordiais para entendimento da  $R_g$  para área em estudo.
- Apesar de ser início de outono, observou-se que os maiores valores de  $R_g$  foram obtidos no mês de Março.
- O albedo médio para o período e área de estudo é de 12,3 %.
- Os maiores valores de albedo foram notados no início da manhã e final da tarde, possivelmente por conta de um maior ângulo zenital, bem como, irregularidades no topo da floresta.

#### 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.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRÉ, R. G. B. FILHO, V. P. S.; MOLION, L. C.B.; NOBRE, C. A. balanço de radiação sobre a floresta amazônica(estações seca e umida). **Revista Brasileira de Meteorologia**; Vol. 3,269-274. 1988.

ARAUJO, K. D.; ANDRADE, A. P.;RAPOSO, ROSA, R. W. C.; PAZERA JR., E. Análise das condições meteorológicas de são joão do cariri no semiárido paraibano. **GEOGRAFIA Revista do Departamento de Geociências** v. 14, n. 1, jan./jun. 2005.

BASTOS, C.; FERREIRA, N. Análise Climatológica da Alta Subtropical doc Atlântico Sul. In: **Anais XI Congresso Brasileiro de Meteorologia**, Rio de Janeiro, Brasil, 2000. p. 612-619, 2000.

BARBIERI, P. R. B. Caracterização da estação chuvosa nas regiões Sul e Sudeste do Brasil associado com a circulação atmosférica. 2005. 116 p. **Dissertação (Mestrado em Meteorologia)** - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, Brasil, 2005

BRAGA, C. C.; SOARES, F.R.; DANTAS, F.R.C.; BARBIERI, L. F. P. Determinação do albedo e índice de área foliar usando o sensor TM / LANDSAT 5, In: **Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Natal, Brasil, 25-30 abril 2009, INPE, p. 935-942.

CAVALCANTI, I. F. A., KOUSKY, V.E. Influência da circulação da escala sinóptica na circulação da brisa marítima na costa NNE da América do Sul. **INPE-2573-PRE/221, INPE**, São José dos Campos (SP),1982, 13p.

CUSTÓDIO, M.S.; BERLATO, M. A.; FONTANA, D. C. Nebulosidade diurna no Rio Grande do Sul, Brasil: climatologia e tendência temporal. **PESQ. AGROP. GAÚCHA, PORTO ALEGRE**, v.15, n.1, p.45-52, 2009.

DAVIDSON, A.; WANG, S. The effects of sampling resolution on the surface albedos of dominant land cover types in the North American boreal region. **Rev. Remote Sensing of Environment**, v. 93, p. 211– 224. 2004.

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.

DIAS, M. A. F. S. Efeito estufa e mudanças climáticas regionais. **Revista USP**, São Paulo, n.71, p. 44-51, setembro/novembro 2006.

FERREIRA, A. G.; MELLO, N. G. S. Principais sistemas atmosféricos atuantes sobre a região Nordeste do Brasil e a influência dos oceanos Pacífico e Atlântico no clima da região. **Revista Brasileira de Climatologia**, São Paulo, v. 01, n. 1, p. 15-28, 2005.

FILHO, J. D. C. S.; RIBEIRO, A.; COSTA, M. H.; COHEN, J. C. P.; ROCHA, E. J. P. Variação sazonal do balanço de radiação em uma floresta tropical no nordeste da Amazônia. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.21, n.3b, 318-330, 2006.

FILHO, A. C. Cerrados amazônicos: Fósseis vivos? Algumas reflexões. **Revista IG**, São Paulo, 14(1), 63-68, jul./dez./1993.

FILHO, A. C.; SOUZA, O. B. ATLAS de Pressões e Ameaças às Terras Indígenas na Amazônia Brasileira, **Série Cartô Brasil socioambiental, ISA (instituto socioambiental)**, São Paulo, novembro de 2009. 48p.

FILHO, V. P. S.; MOLION, L. C. B.; NOBRE, C. A. Balanço de radiação sobre a floresta amazônica (estações seca e úmida). **Revista Brasileira de Meteorologia**, vol. 3, 269 – 274. 1988.

GARCIA, A.; ANDRÉ, R. G.B. Erros na radiação refletida pela superfície medida em piranômetros invertidos. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.19, n.1, 1-4, 2004.

GALVÃO, J. A. C.; FISCH, G. Balanço de energia em áreas de floresta e de pastagem na Amazônia (JI – Paraná, RO). **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.15, n.2, 25-37, 2000, 13p.

GIONGO, P. R.; PADOVANI, C. R.; VETTORAZZI, C. A. Variabilidade espacial e temporal do albedo obtido a partir de imagens MODIS na região do Pantanal, In: Anais **XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Natal, Brasil, 25-30 abril 2009, INPE, p. 4715-4722.

KUSHARI, B.; KANITPONG, K. Surface Albedo of Bangkok Roads. **Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies**, Vol.8, 2011.

KIRSCHBAUM, M. U. F.; WHITEHEAD, D.; DEAN, S. M.; BEETS, P. N.; SHEPHERD, J. D.; AUSSEIL, A.-G. E. Implications of albedo changes following afforestation on the benefits of forests as carbon sinks. **Biogeosciences**, v.8, p.3687–3696, 2011.

LOPES, MÁRCIO. Boletim informativo e análise climatológica **Sistema de Proteção da Amazônia (Sipam)** Abril de 2012.

LUCHT, W.; SCHAAF, C.B.; STRAHLER, A.H. An algorithm for the retrieval of albedo from space using semiempirical BRDF models IEEE. **Rev. Transactions on Geoscience and Remote Sensing**, v. 38, n.2. p. 977–998. 2000.

LIBERATO, A. M. albedo à superfície a partir de imagens landsat 5 – tm em áreas de floresta e pastagem na Amazônia. **Revista de Geografia (UFPE)** V. 28, No. 1, 2011. 10p.

LEIVAS, J.; FONTANA, D.; BERLATO, M.; CARDOSO. Variação diária do albedo sobre uma superfície vegetada e sobre um lago na estação experimental da UFRGS – RS. **XV Congresso Brasileiro de Agrometeorologia**. 02 a 05 de julho de 2007. Aracaju – SE.

LEITÃO, M. M. V. B. R.; SANTOS & OLIVEIRA. Estimativas do albedo em três ecossistemas da floresta amazônica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.6, n.2, p.256-261, Campina Grande, PB, 2002.

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.

MARTIN, G. C.; FERREIRA, M. M.; CURI, 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, mar./abr., 2006.

MOURA, M. A.; LYRA, R. F.; BENINCASA, M.; TENÓRIO R. S.; NASCIMENTO FILHO, M. F. Comparação da radiação solar global em áreas de floresta e pastagem na Amazônia. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.16, n.1, 91-99, 2001.

MOURA, M.A.L.; LYRA, R.F.F.; BENINCASA, M.; SOUZA, J.L.; NASCIMENTO FILHO, M.F. Variação do albedo em áreas de floresta e pastagem na Amazônia. **Rev. Brasileira de Agrometeorologia**. v.7, n.2, p. 163 – 168, 1999.

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 zênital na região Amazônica. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.21, n.3a, 42-49, 2006.

RIVERO, S. ALMEIDA, ORIANA. ÁVILA, SAULO. OLIVEIRA, WESLEY. Pecuária e desmatamento: uma análise das principais causas diretas do desmatamento na Amazônia. **Nova Economia-Belo Horizonte\_19 (1)\_41-66\_janeiro-abril de 2009**.

SANTOS, A. B.; MOURA, M. A. L.; ANDRADE, A. M. D.; FILHO, J. E. A.; MAIA, R. G. X.; SANTOS, R. A. G. Radiação Solar Global Acima e Dentro de um Fragmento

de Mata atlântica, Coruripe-AL, In: Anais, **XVI Congresso Brasileiro de meteorologia**, Belém, Brasil, 13 a 17 de setembro, 2010, 5p.

SALATI, E.; SANTOS, Â. A.; KLABIN, I. Temas ambientais relevantes, **SciELO-ESTUDOS AVANÇADOS** 20 (56), p. 107 – 127, 2006.

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, 2005.

VAREJÃO - SILVA, M.A. **Meteorologia e Climatologia**. Versão digital 2. Recife, PB, março, 463p. 2006.

VIANELLO, R.L.; ALVES, A.R. **Meteorologia básica e aplicações**.1991, 449p, Universidade Federal de Viçosa, UFV, Viçosa, Brasil.

VIDOTTO, E.; PESSENDA, L.C. R.; RIBEIRO, A. S.; FREITAS, H. A.; BENDASSOLLI, J. A. Dinâmica do ecótono floresta-campo no sul do estado do Amazonas no Holoceno, através de estudos isotópicos e fitossociológicos. **ACTA AMAZONICA**. Volume 37(3): 385 – 400. 2007.

VIKHAMAR, D.; SOLBERG, R. Subpixel mapping of snow cover in forests by optical remote sensing. **Rev. Remote Sensing of Environment**, v. 84, p. 69–82, 2003.

Recebido 4/11/2013. Aceito 3/1/2014.

#### 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, n° 2367, Bairro Boa Esperança, Cuiabá-MT CEP 78.060-900.