

# AVALIAÇÃO DA RADIAÇÃO SOLAR GLOBAL E ALBEDO EM FUNÇÃO DO ÂNGULO ZENITAL EM UMA FLORESTA DE MATA ATLÂNTICA NO MUNICÍPIO DE CORURUPE-AL.

*JOSÉ E. ARAÚJ. FILHO<sup>1</sup>; MARCOS A. L. MOURA<sup>2</sup>; RUANY G. X. MAIA<sup>1</sup>; ANTÔNIO M. D. ANDRADE<sup>3</sup>; AURILENE B. SANTOS; RAYONIL G. CARNEIRO.*

<sup>1</sup>Graduando, ICAT/UFAL [rato.jeaf@hotmail.com](mailto:rato.jeaf@hotmail.com);

<sup>2</sup>Prof. Dr. ICAT/UFAL

<sup>3</sup>Mestrando, ICAT/UFAL

Apresentado no XVII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 18 a 21 de Julho de 2011  
– SESC Centro de Turismo de Guarapari, Guarapari - ES.

**ABSTRACT:** Modifications in vegetation cover cause changes in local microclimate, where deforestation of the Atlantic Forest is a prime example with only 7.6% of vegetation. This study aimed to study the variables derived from Solar Radiation related Zenith Angle and its influences on microclimate. Based on the analysis of data on Global Solar Radiation, Albedo, Zenith Angle and Local Precipitation, purchased through a micrometeorological tower located in a fragment of Atlantic Forest, there was a difference in average albedo 5% and global solar radiation of 327.2 W / m<sup>2</sup> among the cases studied.

**KEYS-WORDS:** Solar radiation, micrometeorology, reflectance.

**RESUMO:** Alterações na cobertura vegetal ocasionam mudanças no microclima local, onde o desflorestamento da Mata Atlântica é um dos principais exemplos restando apenas 7,6% de cobertura vegetal. Este estudo objetivou estudar as variáveis derivadas da Radiação Solar relacionadas ao Ângulo Zenital e suas influências no microclima. Com base nas análises dos dados referentes a Radiação Solar Global, Albedo, Ângulo Zenital e Precipitação Local, adquiridos através de uma micrometeorológica torre localizada em um fragmento de Mata Atlântica, observou-se uma diferença média no albedo de 5% e na Radiação solar global de 327,2 W/m<sup>2</sup> entre os casos estudados.

**PALAVRAS CHAVE:** Radiação solar, micrometeorologia, refletância.

## INTRODUÇÃO

Florestas tropicais desempenham uma função importante para determinação do clima, tanto em escala local como global. Evita que parte da radiação solar que chega a superfície se perca, pois a vegetação é um fundamental receptor e armazenador de energia (QUERINO et al., 2006). A Mata Atlântica Brasileira representa um dos biomas terrestres mais biodiversos do planeta e, ao mesmo tempo, um dos mais ameaçados pela ação antrópica, restando cerca de 7,6% ou 100.000 Km<sup>2</sup> (PRADO-MOURA, 2006)

O ângulo de incidência dos raios solares, Ângulo Zenital (Z), condições atmosféricas, propriedades do solo (se exposto) e, principalmente, folhas, são determinantes para variação no valor do albedo de uma comunidade vegetal. No caso de florestas, o arranjo das folhas também influencia na quantidade de radiação refletida (ROSENBERG et al., 1983). No caso de vegetação de floresta, como a folhagem é agrupada na copa, com picos e depressões organizadas nas superfícies dos dosséis, grande quantidade de radiação solar incidente penetra antes de ser refletida (SHUTTLEWORTH et al., 1984). Segundo ECK e DEERING (1992)

isso resulta numa acentuada captura de radiação solar e, conseqüentemente, numa baixa reflexão.

O estudo realizado nesse trabalho tem como principal interesse avaliar o perfil do albedo em uma floresta tropical, em função do ângulo zenital afim de observar a radiação refletida em casos distintos, já que a mesma é essencial para determinação do microclima local indicando perda ou absorção de energia essenciais para processos atmosféricos.

## METODOLOGIA

A presente pesquisa utilizou dados obtidos através de uma torre micrometeorológica com altura de 26m (10°17'36''S, 36°17'24''W), localizada em uma *Floresta Ombrófila Aberta* com transição para *Floresta Estacional Semidecidual* subsistindo em fragmentos florestais nos tabuleiros, encostas de grande declividade e poucas áreas de várzea (MACHADO, 2003). Localizada na fazenda Capiatã A, na Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) – Lula Lobo I – pertencente à usina Coruripe Açúcar e Álcool S/A, no município de Coruripe, Alagoas.

As aquisições dos dados foram feitas a cada 20 segundos por *dataloggers* e suas médias armazenadas a cada 10 minutos em módulos e foram descarregados quinzenalmente em microcomputadores, no local ou no Instituto de Ciências Atmosféricas – UFAL.

O albedo foi determinado pela razão da radiação solar refletida ( $R\uparrow$ ) e incidente ( $R\downarrow$ ), através de um SP-LITE, da *Campbell Scientific, Inc*, onde foram obtidos valores de ( $R\uparrow$ ), com um campo de visão de 180° expressa em  $W\ m^{-2}$ . Para a ( $R\downarrow$ ) foi utilizado um piranômetro CM5, da *Kipp & Zonen*, consiste de um sensor termopilha, um alojamento, uma cúpula e um cabo. A termopilha é coberta por um revestimento preto absorvente e tem um campo de visão de 180°. Estes instalados a acima da copa das árvores, a 26 metros. Para calcular os valores do Ângulo Zenital ( $Z$ ) foram utilizadas as seguintes expressões:

$$\cos(Z) = \sin(\phi) * \sin(\delta) + \cos(\phi) * \cos(\delta) * \cos(h) \quad (1)$$

Onde  $\phi$  é a latitude;  $\delta$  é a declinação solar;  $h$  é o ângulo horário.  
Para calcular ( $\delta$ ) e ( $h$ ) foram utilizadas as seguintes expressões:

$$\delta = 23,45 * \sin [(360/365) * (dn + 284)] \quad (2)$$

$$h = \text{arc.cos}(-\text{Tg}(\Phi) * \text{Tg}(\delta)) \quad (3)$$

onde: (dn) é o dia Juliano

Após a aquisição dos dados referente a pesquisa, foram feitas médias horárias e diárias dentro do intervalo de 06 às 18hs (hora local), no período de todo o mês de maio (chuvoso) e novembro (seco) de 2009.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

O município de Coruripe tem um regime médio anual pluviométrico de 1400 mm, sendo que um total de 597,6 mm foi registrado no mês de maio e uma média diária de 19,2 mm, tendo no dia 10 a máxima de 93,0 mm, enquanto no mês de novembro foi registrado apenas um total de 4 mm, assim representado pela Figura 1. Para (KOUSKY, 1979) o máximo de chuvas estaria ligado à maior atividade de circulação de brisa que advecta bandas de nebulosidade para o continente à ação das frentes frias, ou seus remanescentes, que se propagam ao longo da costa. Esse máximo de chuvas geralmente ocorridos em maio estaria associado à máxima convergência dos alísios com a brisa terrestre.



Figura 1 – Pluviometria do local estudado para o mês de maio e novembro de 2009.

Avaliando os registros médios horários do albedo ( $\alpha$ ) acima da copa das árvores (26 metros) em função do ângulo zenital solar ( $Z$ ), podemos analisar sua variação nos períodos chuvoso e seco (maio e novembro), onde  $Z$  é o maior fator determinante do albedo, pois apresenta uma relação inversamente proporcional com a inclinação dos raios solares.

Conforme a Figura 2 o albedo médio do mês chuvoso foi de 18,1%, apresentando um valor máximo de 21,6% às 13hs, e mínimo de 10,2% às 17hs. Devido a intensa nebulosidade o mês chuvoso apresentou valores médios maiores do que no mês seco devido a alteração da radiação solar incidente causada pela cobertura de nuvens aumentando a radiação difusa. Para o mês seco o albedo médio foi de 13,1% com valores máximos e mínimos de 15,1% e 7,3% às 8 e 17hs, respectivamente. Isso pode ser explicado pelo fato que os raios solares, nesse horário incidem no dossel vegetativo com ângulo próximo a  $90^\circ$  com a normal local, aumentando a energia solar incidente que é refletida pela superfície. Indicando uma maior relação do albedo com ( $Z$ ) independentemente da radiação solar incidente ( $R_g$ ).

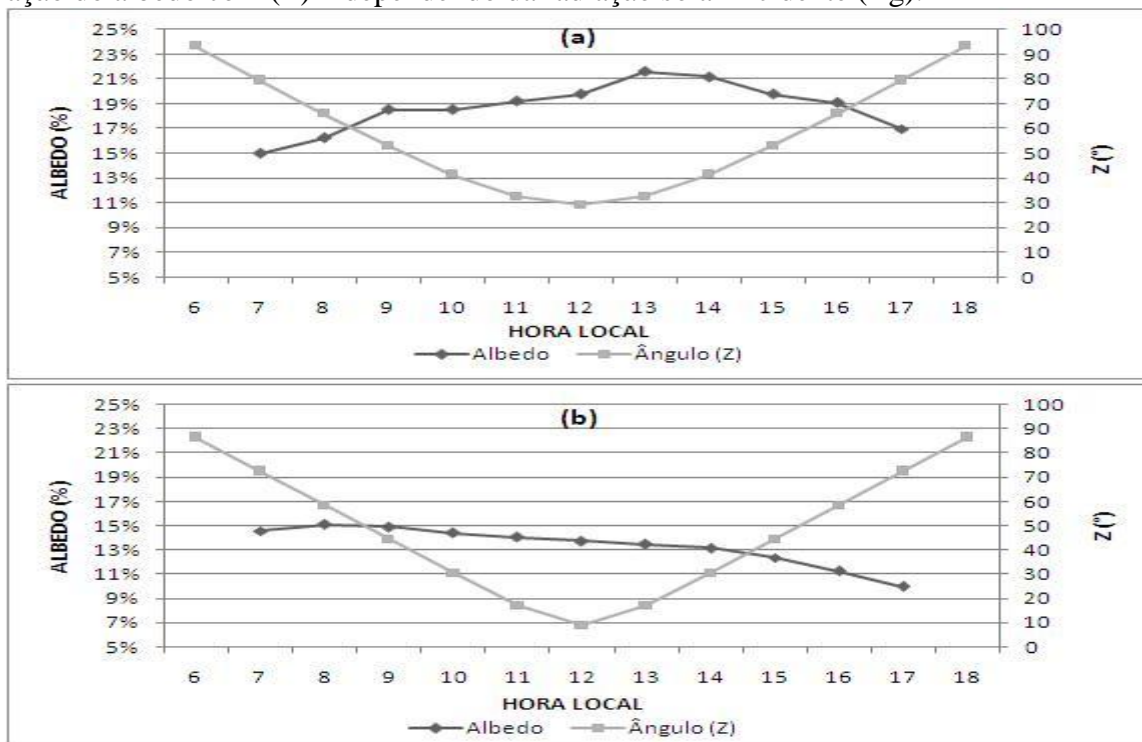


Figura 2 – Variação média mensal do Albedo e Ângulo Zenital sendo, (a) Mês chuvoso (maio de 2009), (b) Mês seco (novembro de 2009)

De acordo com a Figura 3, a Rg teve uma média horária mensalde 284,6 e 611,8 W/m<sup>2</sup> para o mês chuvoso e seco, respectivamente. Para o mês de maio a máxima incidência ocorreu às 11hs com 482,8 W/m<sup>2</sup> e mínima de 42 W/m<sup>2</sup> às 16hs. No período seco a mínima e máxima ocorreram às 17 e 12hs com 15,3 e 978,7 W/m<sup>2</sup>. Devido o céu claro a incidência de raios é bem maior o que ocasionou a máxima próximo ao meio dia, pois quanto maior for Z menor será o Rg devido o caminho óptico ser menor. Percebe-se que a curva da Rg obedeceu a forma de uma parábola, não sofreu tantas alterações como no período chuvoso. No final da tarde observa-se que os valores dos dois casos apresentaram valores próximos, mostrando maior relação com o ângulo de inclinação e a geometria da cobertura vegetal.

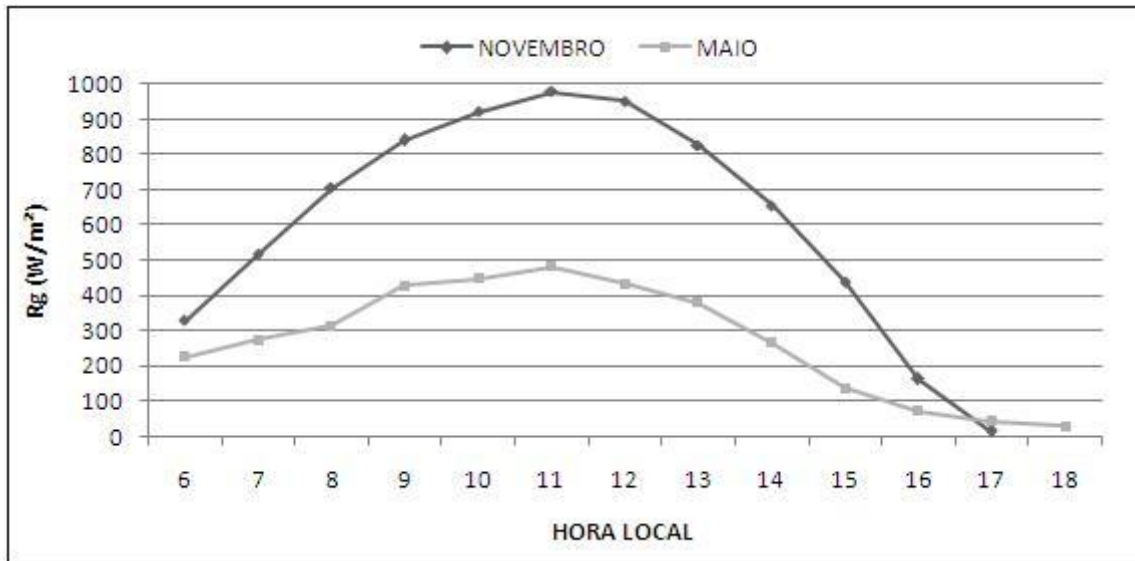


Figura 3 – Variação média mensal da Radiação Solar Global (Rg), para o mês chuvoso (maio de 2009), mês seco (novembro de 2009)

## CONCLUSÃO

A diferença percentual do albedo médio entre os casos foi de aproximadamente 5,0%, a média para o caso chuvoso foi maior devido as intensidades das chuvas, alterando a incidência dos raios solares no dossel, de forma contrária ocorreu em novembro onde os valores praticamente obedeceram a uma média. Observou-se que às 6 e 18hs os valores da Rg foram considerados anômalos. Registros da Rg mostraram uma diferença média de 327,2 W/m<sup>2</sup>, onde os totais foram de 7953,0 e 3699,5W/m<sup>2</sup> para os períodos seco e chuvoso respectivamente, tais diferenças também ocasionadas pelo mesmo fator, a nebulosidade. Foram considerados anômalos valores das 18hs. Ficou claro que Z tem uma influência na Rg alterando assim o albedo, onde a diferença média de Z foi praticamente de 10°. Ao meio dia Z apresentou valores de 8,7 e 29,0° para os meses seco e chuvoso respectivamente, influenciando na quantidade de radiação recebida. Com esses resultados e conclusões fica claro que é de extrema importância estudar alterações no albedo para determinação de mudanças microclimáticas, que influenciam na vida em geral.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CABRAL, O.M.R; ROCHA, H.R; LIGO, M.A.V, FREITAS, H; **Variações sazonais da água armazenada no solo e albedo em plantação de cana-de-açúcar (*Saccharum* sp.), em Sertãozinho-SP. In: XII Congresso Brasileiro de Meteorologia, Foz do Iguaçu-PR, 2002**

ECK, T.F.; DEERING, D.W. **Canopy albedo and transmittance in spruce-hemlock forest in mid September. Agricultural and Forest Meteorology, Amsterdam, v.59, n.3-4, p.237-248, 1992.**

MACHADO, M. A. B. L. **Florística e fitossociologia do estrato arbóreo de fragmentos de mata atlântica da usina Coruripe – Estado de Alagoas.** Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Federal de Alagoas – UFAL. 100p, 2003.

POR, F. D. (1992). **Soortama the Atlântic Rain Forest os Brasil. SBP Academic Publishing bv. 130p.**

PRADO-MOURA, F. B. **A Mata Atlântica em Alagoas.** Série conversando sobre ciências em Alagoas. EDUFAL. Maceió. 88p, 2006.

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, 42-49, 2006.**

ROSENBERG, N.; BLAD, B. L.; VERNA, S. B.; **Microclimate: the biological environment. New York: Wiley-Interscience Puclication, 1983. 495p.**

SHUTTLEWORTH, W. J.; GASH, J. H.; LLOYD, C. R; MOORE, C. J; ROBERTS, J; MARQUES FILHO, A. O; FISCH, G; SILVA FILHO, V. P; RIBEIRO, M. N. G; MOLION, L. C. B.; SÁ, L. D. A; NOBRE, C. A; CABRAL, O. M. R; PATEL, S. R; MORAES, J. C; **Observations of radiation exchange above and below Amazonian Forest. Quarterly journal os the Royal Meteorological Society, London, v.97, p.541-564, 1971.**