

## ***Análise intrasazonal da radiação solar global (RG) e albedo em um ecossistema de mata atlântica***

A Mata Atlântica hoje é considerada como a área de vegetação nativa mais devastada do Brasil. É um dos cinco biomas com maior diversidade do mundo. Estudos sobre microclima de florestas tropicais auxiliam na compreensão de como esse bioma vem sofrendo com as mudanças climáticas. O objetivo geral deste trabalho foi analisar a radiação solar global (Rg) e albedo superficial em um ecossistema de Floresta Amazônica durante o período chuvoso e seco no município de Coruripe-AL. Os dados utilizados foram referentes ao período entre maio a agosto/2014. Calculou-se o albedo através da razão entre radiação solar global refletida e incidente. Foi utilizado software adequado para montagem do banco de dados, cálculos de médias horárias-diária, horárias-mensais, horárias anuais, mensais, diárias e plotagem dos respectivos gráficos. A chuva anual na Mata foi 11,4% maior que a normal climatológica. O total acumulado de chuva na Mata no período chuvoso foi praticamente igual ao da normal climatológica para a região. Os valores de Rg médios horários mensais para o período chuvoso foram 388,7; 386,7; 414,1 e 448,5 W.m<sup>-2</sup> e para o período seco foram 549,4; 582,1; 569,4 e 544,7 W.m<sup>-2</sup> respectivamente. O albedo variou entre 12,7% a 17,0% no período chuvoso e 14,1% a 18,0% no período seco.

**Palavras-chave:** Mata Atlântica; Radiação Solar Global; Albedo.

## ***Intrasazonal analysis of global solar radiation (RG) and albedo in an atlantic mata***

The Atlantic Forest today is considered the most devastated area of native vegetation in Brazil. It is one of the five most diverse biomes in the world. Studies on the microclimate of tropical forests help in understanding how this biome has been suffering from climate change. The overall objective of this work was to analyze global solar radiation (Rg) and surface albedo in an Amazon Forest ecosystem during the rainy and dry period in the municipality of Coruripe-AL. Data for the period from May to August / 2014 were used. For the calculation of the albedo, the ratio between global reflected and incident solar radiation was used. Appropriate software was used to set up the database, calculations of hourly-daily, hourly-monthly, annual, monthly, daily and plotting of the respective graphs. The annual rainfall in the Mata was 11.4% higher than the normal climatological. The rainfall accumulated in the rainy season was practically equal to that of the climatological normal for the region. The average Rg values for the rainy season were 388.7; 386.7; 414.1 and 448.5 W.m<sup>-2</sup> and for the dry period were 549.4; 582.1; 569.4 and 544.7 W.m<sup>-2</sup> respectively. The albedo ranged from 12.7% to 17.0% in the rainy season and from 14.1% to 18.0% in the dry season.

**Keywords:** Atlantic Forest; Global Solar Radiation; Albedo.

Topic: **Meteorologia, Climatologia e Mudanças Climáticas**

Received: **07/07/2017**  
Approved: **09/10/2017**

Reviewed anonymously in the process of blind peer.

**Italo Ramon Januario**

Universidade Federal de Alagoas, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/6649065017829919>  
[italoianuario@hotmail.com](mailto:italoianuario@hotmail.com)

**Marcos Antônio Lima Moura**

Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/8590684899768285>  
[malm@cceu.ufal.br](mailto:malm@cceu.ufal.br)

**Misael Ferreira dos Santos**

Universidade Federal de Alagoas, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/4804444874249756>  
[misael.santos@icat.ufal.br](mailto:misael.santos@icat.ufal.br)

**Filipe Lima Vasconcelos**

Universidade Federal de Alagoas, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/2999095364388221>  
[filipe-limavas@hotmail.com](mailto:filipe-limavas@hotmail.com)

**Rafael Ferreira de Barros**

Instituição, País.  
<http://lattes.cnpq.br/4901305947186878>  
[rafaelraelz10@gmail.com](mailto:rafaelraelz10@gmail.com)



DOI: 10.6008/SPC2179-6858.2017.004.0006

Referencing this:

JANUARIO, I. R.; MOURA, M. A. L.; SANTOS, M. F.; VASCONCELOS, F. L.; BARROS, R. F.. Análise intrasazonal da radiação solar global (RG) e albedo em um ecossistema de mata atlântica. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v.8, n.4, p.66-73, 2017. DOI: <http://doi.org/10.6008/SPC2179-6858.2017.004.0006>

## INTRODUÇÃO

A Mata Atlântica é a segunda maior floresta tropical do continente americano (TABARELLI et al., 2005). De acordo com Santana et al. (2008), a Mata Atlântica é considerada a segunda maior floresta pluvial tropical do continente americano. Além de ser considerada uma das regiões mais ricas do mundo em biodiversidade, esta é significativo sumidouro de carbono, controlando o equilíbrio climático (SEEHUSEN et al., 2011).

O clima da Mata Atlântica vai desde o equatorial úmido ao clima temperado, da altitude de 0 até 2.900 m (CUNHA et al., 2014). De acordo com o relatório técnico divulgado pela fundação SOS Mata Atlântica (2015), restam menos de 12% de Mata Atlântica no Brasil, estimada em 1,5mi de km<sup>2</sup>, e áreas de Floresta Estacional que pertencem às áreas do interior da Mata Atlântica apresentam redução de área em torno de 7%.

De acordo com o Ministério do Meio Ambiente, além de essa floresta ser uma das regiões mais ricas do mundo em biodiversidade, apresenta fundamental importância para mais de 120 milhões de brasileiros que vivem em seu domínio, representando cerca de 70% do PIB brasileiro, prestando importantíssimos serviços ambientais. Classificada como a 2ª floresta mais ameaçada do planeta e enquadrada entre os Hotspots, a Mata Atlântica possui em seus domínios mais de 15.700 espécies de plantas das quais por volta de 7.100 apresentam algum grau de endemismo (STEHMANN et al., 2009).

Radiação solar é toda radiação eletromagnética proveniente do sol que atinge o planeta (QUERINO et al., 2006; QUERINO et al., 2011). Segundo Borges et al. (2010), a radiação solar é a principal fonte de energia para muitos processos físico-químicos e biológicos que ocorrem no sistema Terra-Atmosfera, sendo então, considerada importante variável meteorológica para vários estudos (QUERINO et al., 2006; BORGES et al., 2010). De acordo com Moura et al. (2000), a interação que existe entre a radiação solar e uma superfície vegetada ainda é um campo de estudo relativamente novo e complexo.

Wagner et al. (2017), estudando radiação solar na Floresta Amazônica, validou a hipótese de que, na determinada região é o aumento da radiação solar e não a falta ou abundância de água o fator determinante para o verdejamento da floresta, pois, na maior parte da Amazônia, as plantas nunca sofrem de estresse hídrico, já que sempre existe água suficiente, mesmo na estação seca. Portanto, o estudo e a compreensão dos fenômenos físicos que ocorrem em uma área vegetada apresentam como ponto de partida uma criteriosa avaliação e caracterização mais detalhada de como ocorrem os processos envolvendo radiação solar na área vegetal da Mata Atlântica.

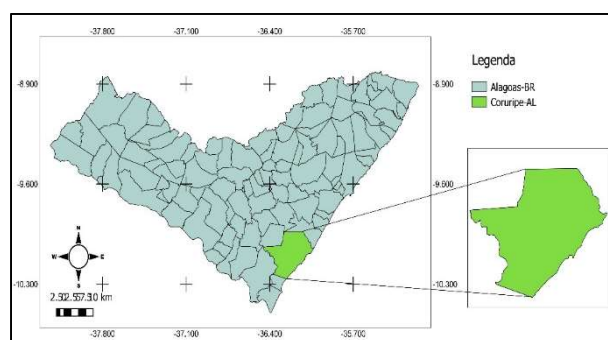
O albedo ( $\alpha$ ) é definido como a razão entre o fluxo de radiação refletido por uma superfície em todas as direções e o fluxo incidente sobre ela (MOURA, 2000; QUERINO et al., 2013). O albedo é responsável por praticamente todos os processos de ordem física, química e biológica (QUERINO et al., 2013), tais como o balanço de energia, evapotranspiração, fotossíntese e respiração (WANG et al., 2001) que ocorrem nos diversos ecossistemas terrestres.

É fundamental um estudo detalhado de como o albedo varia no espaço e no tempo, sua influência no clima e na dinâmica da vegetação (QUERINO et al. 2013), pois com o aumento ou diminuição do albedo,

ocorre um desequilíbrio energético e radiativo na superfície da terra (MEINANDER et al., 2008). Diante desse contexto, o objetivo geral deste trabalho é analisar a intrasazonalidade da Radiação Solar Global ( $R_g$ ) e Albedo superficial em um fragmento de Mata Atlântica no Município de Coruripe- Alagoas.

## METODOLOGIA

A região de estudo, ilustrada na figura 1, compreende uma Floresta Ombrófila Aberta com transição para Floresta Estacional Semidecídua (MACHADO, 2003), pertencente à usina Coruripe Açúcar e Álcool S/A, no município de Coruripe/AL (10°00'36" S e 36°17'66" W). Os dados referentes ao estudo foram obtidos através de uma torre micrometeorológica com altura de 26m (10°00'37"S; 36°17'60"W; alt.160m; Datum WGS84), instalada no interior da Mata.



**Figura 01:** Localização da área de estudo.

Nesta, foram instalados vários sensores para monitorar diferentes variáveis como radiação solar global, saldo de radiação, temperatura do ar e do solo, umidade relativa do ar, velocidade do vento, precipitação etc. (CARNEIRO et al., 2013). Utilizou-se dados referentes ao período entre maio/2014 a agosto/2014. Foi utilizado a Normal climatológica referente a Coruripe, disponibilizada pelo Instituto Nacional de Meteorologia – INMET.

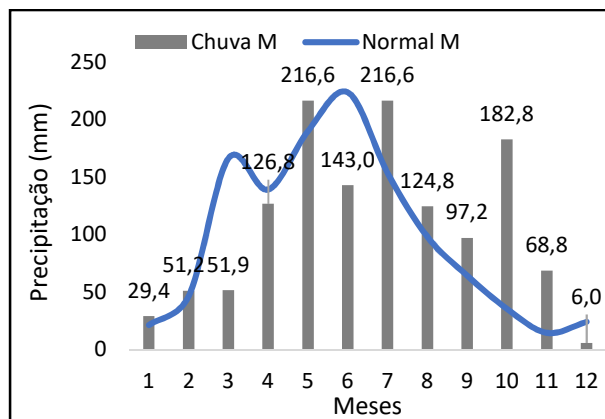
Para o cálculo do albedo utilizou-se a razão entre radiação solar global refletida e incidente que é expressa pela seguinte fórmula:  $\alpha = (R_f/R_g) \times 100$ , onde, na equação,  $\alpha$  é o albedo;  $R_f$  é a radiação global refletida; e  $R_g$  é a radiação solar global incidente. Foi utilizado software adequado para a montagem do banco de dados, cálculos de médias horárias-diárias, horárias-mensais, horárias- anuais, mensais, diárias, e plotagem dos respectivos gráficos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A figura 2 dispõe dos acumulados mensais de precipitação na Mata do período de estudo, bem como sua normal Climatológica, onde é possível observar que, o total anual de chuva na Mata foi 11,4% maior que a normal climatológica 1.179,5mm. Ao todo, o acumulado de chuva na Mata (ChuvaM) foi 1.315,1. Na mata, a estação chuvosa totaliza 53,2% do total de chuvas.

A normal climatológica da Mata na estação chuvosa soma 56%. Apesar de maio e julho ter acumulados mensais maiores que o da normal climatológica, o total acumulado de chuva na Mata no período chuvoso foi praticamente igual ao da normal climatológica para a região. Embora junho seja caracterizado

um mês componente da quadra chuvosa, este apresentou pico chuvoso abaixo em relação a normal climatológica. Segundo Silva et al. (2011), diversos sistemas provocam chuvas em Alagoas. Dentre eles destaca-se Sistemas Frontais (SF), Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), Ondas de Leste (OL). De grande importância no regime de chuvas em Alagoas são as Perturbações Ondulatórias no Campo dos Ventos Alísios (POAs).



**Figura 2:** Acumulo pluviométrico mensal (mm) para a Mata Atlântica (Chuva M) e Normal Climatológica (Normal M) no período experimental.

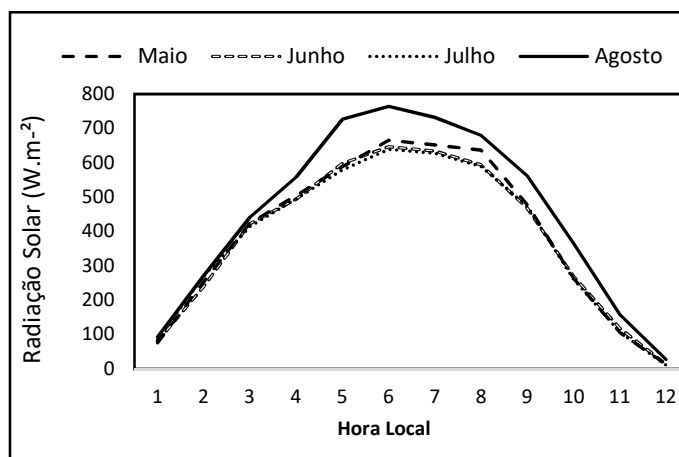
Ao ser interceptada pelo dossel, a radiação solar pode ser absorvida, transmitida e refletida em proporções variáveis, dependendo do ângulo de incidência dos raios solares e das características estruturais das plantas. Essas características estão diretamente relacionadas com a disposição espacial das folhas, ângulo de inserção foliar, índice de área foliar e propriedades ópticas da vegetação (MACHADO et al., 1985; ANDRADE et al. 2014).

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 (PAVÃO et al., 2014). A Figura 3 mostra as médias horárias mensais de Rg nos meses de maio, junho, julho e agosto de 2014 para a região de estudo. Os valores de Rg médios horários mensais para o período chuvoso foram 388,7; 386,7; 414,1 e 448,5  $W.m^{-2}$  respectivamente, ao passo que, seus totais diários médios foram de 16,7; 16,5; 16,3 e 19,3  $MJ.m^{-2}.dia^{-1}$ , respectivamente. Estes valores corroboram com Moura et al. (2001) e Querino et al. (2006), que observaram um Rg total diário médio próximo a 16,5  $W.m^{-2}.dia^{-1}$  ao estudarem áreas de floresta pertencentes aos Estados de Rondônia e Amazonas.

Observou-se que o mês com maior valor de Rg foi o mês de agosto. Isso pode ser explicado pelo fato de que, nesse mês, ocorreu menor quantidade de chuvas em relação aos outros meses do período estudado. Apesar de junho ter apresentado quantidade de chuva menor que a normal, é o mês com menor Rg registrado. Acredita-se que, neste período, a incidência de nuvens pode ter sido alta.

Querino et al. (2011), avaliando o comportamento da Rg dentro e acima de uma floresta de mangue em Alagoas verificou que, no período chuvoso, entre o equinócio de outono e solstício de inverno no hemisfério sul, o registro máximo de Rg foi menor que os outros períodos, provavelmente, devido a uma maior nebulosidade na região nesse período, pois essas nuvens tendem a espalhar e refletir a radiação de ondas curtas na atmosfera, proporcionando redução na quantidade que chega sobre a copa das árvores

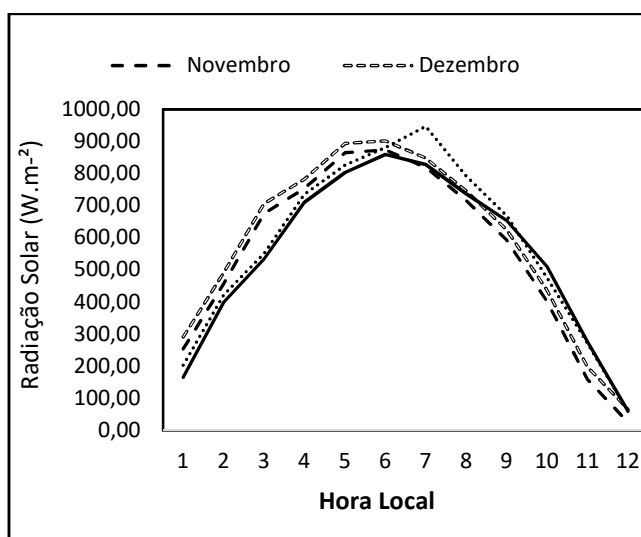
dificultando a penetração da radiação solar no dossel do mangue. A nebulosidade pode ser considerada como a cobertura de nuvens em um determinado local e mostra-se como um dos fatores preponderante no que diz respeito à atenuação da radiação solar (CUSTÓDIO et al., 2009).



**Figura 3** – Radiação Solar Global (Rg) horária no período chuvoso em um ecossistema de Mata Atlântica no município de Coruripe/AL no ano 2014.

A Figura 4 apresenta as médias horárias mensais de Rg nos meses de novembro, dezembro, janeiro e fevereiro de 2014 para a região de estudo. Os índices de Rg médios horários mensais para o período seco foram 549,4; 582,1; 569,4 e 544,7  $W.m^{-2}$  respectivamente, ao passo que, seus totais diários médios foram de 19,7; 20,9; 20,5 e 19,6  $MJ.m^{-2}/dia^{-1}$ .

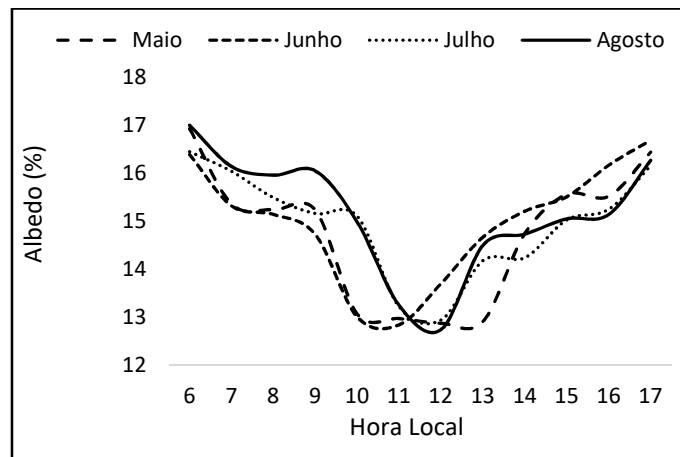
Novais et al. (2016). estudando radiação solar no dossel de *Vochysia divergens* Pohl no Norte do Pantanal Matogrossense encontrou maiores valores de Rg se comparado ao período chuvoso, devido ao solo estar mais seco no período de estiagem. Querido et al. (2013) menciona que o motivo dessa diferença entre os valores de Rg entre as estações está relacionada a fatores astronômicos como declinação solar e ângulo zenital, pois o caminho óptico a ser percorrido pelos raios solares provoca redução na quantidade de radiação que chega a superfície. Quanto maior o ângulo zenital, maior atenuação pela atmosfera (Querino et al., 2006; 2011).



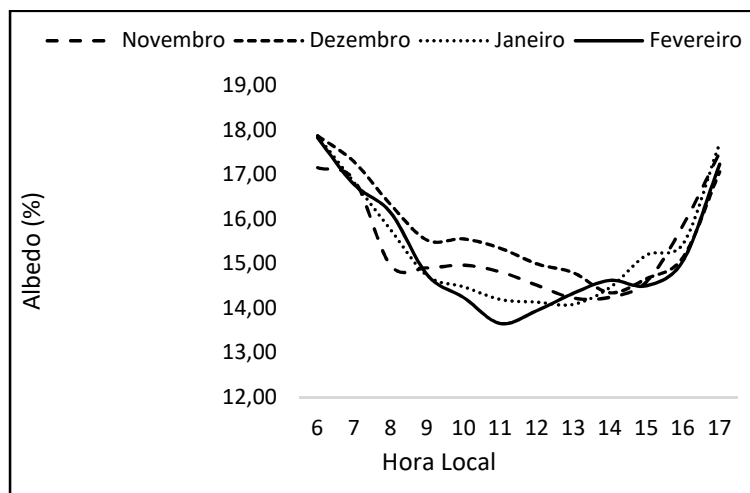
**Figura 4:** Radiação Solar Global (Rg) horária no período seco em um ecossistema de Mata Atlântica no município de Coruripe/AL no ano 2014.

O comportamento médio mensal do albedo na floresta no período chuvoso entre 6 e 17h é apresentado na figura 5. Verifica-se que, os valores mais elevados são encontrados no nascer e pôr do sol e os menores próximos ao meio-dia. A variação diurna do albedo nesse período de estudo foi 12,7% a 17,0%, com uma média diurna horária de 14,9%. Padrão similar do albedo foi encontrado por Querino et al. (2006) ao compararem radiação solar global e albedo com ângulo zenital em diferentes sítios na região Amazônica, encontraram valores máximos e mínimos de 14,7% e 12,3% respectivamente, com uma média de 12,98% e, para outro sítio, a variação diurna foi de 12,26 a 15,07% com um valor médio de 13,13%.

Maio e agosto foram os meses que apresentaram os menores valores de albedo, 12,8% e 12,7%, respectivamente. De acordo com Querino et al., (2006), o albedo é na sua maioria dependente da reflexão da componente direta da radiação solar incidente, é normal que se apresente uma redução nos seus valores, pois devido à grande quantidade de nuvens sobre as regiões, a componente do espectro que chega até a superfície é mais rica em radiação difusa, além do que, também pode ser atribuído às mudanças de coloração por parte dos vegetais, que se torna mais verde nessa época, com um solo mais escuro devido à umidade.



**Figura 5:** Albedo médio mensal (%) no período chuvoso em um ecossistema de Mata Atlântica no município de Coruripe/AL no ano 2014.



**Figura 6:** Albedo médio mensal (%) no período seco em um ecossistema de Mata Atlântica no município de Coruripe/AL no ano 2014.

O comportamento médio mensal do albedo na floresta no período seco entre 6 e 17h é apresentado na figura 6. Observa-se que, assim como no período chuvoso, os maiores valores são encontrados entre o nascer e pôr do sol e os menores próximos ao meio-dia. A variação diurna do albedo nesse período de estudo foi 12,7% a 18,0%, com uma média diurna horária de 15,4%.

De acordo com Novais et al. (2016), a variação do albedo está relacionada a variação das pequenas clareiras na floresta, decorrentes da diferença da estrutura da vegetação, como composição e densidade populacional, e dinâmica da vegetação como por exemplo a perda de folhas e queda de galhos, consequentemente variação no índice de área foliar, o que influencia no sensor que pode estar exposto a radiação direta.

## CONCLUSÃO

A chuva anual na Mata foi 11,4% maior que a normal climatológica, porém, o total acumulado de chuva na Mata no período chuvoso foi praticamente igual ao da normal climatológica para a região. Os valores de Rg médios horários mensais foram 388,7; 386,7; 414,1 e 448,5 W.m<sup>-2</sup> no período chuvoso e 549,4; 582,1; 569,4 e 544,7 W.m<sup>-2</sup> no período seco. A variação do albedo nesse período de estudo foi 12,7% a 17,0% no período chuvoso com uma média horária de 14,9% e 14,1 a 18,0 no período seco, com média horária de 15,4%. Os menores valores de albedo foram encontrados entre 10 a 13h.

## REFERÊNCIAS

- BORGES, V. P.; OLIVEIRA, A. S.; MAURÍCIO FILHO, A. C.; SILVA, T. S.; PAMPONET, B. M.. Avaliação de modelos de estimativa da radiação solar incidente em Cruz das Almas, Bahia. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.1, p.74-80, 2010. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662010000100010>
- CARNEIRO, R. G.; MOURA, M. A. L.; LYRA, R. F. F.; ANDRADE, A. M. D.; SANTOS, A. B.; MAIA, R. G. X.. Fluxo de calor do solo e saldo de radiação dentro de uma área de Mata Atlântica em comparação com uma de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Geografia Física**. v.6, n.3, p.555-565, 2013.
- CUNHA, M. D. C. L.; SILVA JÚNIOR, M. C.. Flora e estrutura de floresta estacional semidecidual montana nos estados da Paraíba e Pernambuco. **Nativa**, v.2, n.2, p.95-102, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.14583/2318-7670.v02n02a06>
- CUSTÓDIO, M. S.; BERLATO, M. A.; FONTANA, D. C.. Nebulosidade diurna no Rio Grande do Sul, Brasil: climatologia e tendência temporal. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v.15, n.1, p.45-52, 2009. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-77862011000300001>
- MACHADO, E. C.; PEREIRA, A. R.; CAMARGO, M. B. P.; FAHL, J. I.. Relações radiométricas de uma cultura de cana-de-açúcar. **Bragantia**, v.44, n.1, p.229-238, 1985. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0006-87051985000100021>
- 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: Produção Vegetal) – Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, 2003.
- MEINANDER, O.; KONTU, A.; LAKKALA, K.; HEIKKILÄ, A.; YLIANTTILA, L.; TOIKKA, M.. Diurnal variations in the UV albedo of arctic snow. **Atmospheric Chemistry and Physics**, v.8, p.6551–6563, 2008. DOI: <https://doi.org/10.5194/acp-8-6551-2008>
- MOURA, M. A. L.. **Balanco de Radiação à superfície e fluxo de calor no solo em áreas de floresta nativa e pastagem no Oeste da Amazônia brasileira**. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2000.
- MOURA, M. A. L.; 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, P.91-99, 2001. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0102-778632120160013>
- NOVAIS, J. W. Z.; SANCHES, L.; SILVA, L. B.; MACHADO, N. G.; AQUINO, A. M.; PINTO JUNIOR, O. B.. Albedo do Solo abaixo do Dossel em Área de *Vochysia divergens* Pohl no Norte do Pantanal. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.31, n.2, p.157-166, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0102-778631220150001>
- PAVÃO, V. M.; QUERINO, C. A. S.; KAYSE, J.; QUERINO, A. S.; MARTINS, P. A. S.; SIQUEIRA, L. F.; RODRIGUES, T. A. C.. Análise da radiação solar global (Rg) e albedo superficial sobre um ecossistema de floresta nativa em Humaitá-AM

durante o período chuvoso. **Revista EDUCamazônia**, v.7, p.42-56, 2014.

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.3, p.42-49, 2006.

QUERINO, C. A. S.; MOURA, M. A. L.; QUERINO, J. K. A. S.. Impact of mangrove deforestation on the surface albedo. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.28, n.4, p.401-408, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-77862013000400006>

QUERINO, C. A. S.; MOURA, M. A. L.; QUERINO, J. K. A. S.; VON RADOW, C.; MARQUES FILHO, A. D. 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.

SANTANA, G. G.; VIEIRA, W. L.; PEREIRA-FILHO, G. A.; DELFIM, F. R., LIMA, Y. C. E.; VIEIRA, K. S.. Herpetofauna em um fragmento de Floresta Atlântica no estado da Paraíba, Região Nordeste do Brasil. **Biotemas**, v.21, p.75-84, 2008. DOI: <http://dx.doi.org/10.5007/2175-7925.2008v21n1p75>

SEEHUSEN, S. E.; PREM, I.. Por que pagamentos por serviços ambientais?. In: GUEDES, F. B.; SEEHUSEN, S. E.. **Pagamentos**

**por serviços ambientais na Mata Atlântica: lições aprendidas e desafios**. Brasília: MMA, 2011. p.15-54.

SILVA, B. F. P. D.; FEDOROVA, N.; LEVIT, V.; PERESETSKY, A.; BRITO, B. M. D.. Synoptic systems associated to heavy precipitation in the state of Alagoas. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.26, n.3, p.323-338, 2011. DOI:

STEHMANN, J. R.; FORZZA, R. C.; SALINO, A.; SOBRAL, M.; COSTA, D. D.; KAMINO, L. H. Y.. **Plantas da Floresta Atlântica**. Rio de Janeiro: Jardim Botânico, 2009.

TABARELLI, M.; PINTO, L. P.; SILVA, J. M. C.; HIROTA, M. M.; BEDÊ, L. C.. Desafios e oportunidades para a conservação da biodiversidade da Mata Atlântica brasileira. **Megadiversidade**, v.1, p.1-7, 2005.

WAGNER, F.H.; HÉRAULT, B.; ROSSI, V.; HILKER, T.; MAEDA, E. E.; SANCHEZ, A.; ARAGÃO, L. E.. Climate drivers of the Amazon forest greening. **PloS One**, v.12, n.7, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0180932>

WANG, S.; GRANT, R. F.; VERSEGHY, D. L.; BLACK, T. A.. Modelling plant carbon and nitrogen dynamics of a boreal aspen forest in CLASS - the Canadian Land Surface Scheme. **Ecology Modelling**, v.142, n.2, p.135-154, 2001. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0304-3800\(01\)00284-8](https://doi.org/10.1016/S0304-3800(01)00284-8)