

ESTACIONALIDADE DO BALANÇO DE ENERGIA EM UM ECOSISTEMA DE MANGUEZAL NO ESTADO DO PARÁ – BRASIL.

Antonio Carlos Lôla da Costa¹, Paulo Henrique Lopes Gonçalves¹, João de Athaydes Silva Junior¹, Alan Pantoja Braga¹, Yadvinder Malhi², Patrick Meir³

ABSTRACT - The solar energy arrives at the surface in the forms of direct solar radiation and diffuse solar radiation, whose end item is the global solar radiation. Part of the absorbed radiation is emitted again as thermal radiation, being the remaining amount used to heat the surface and air, or to evaporate water from the ground the vegetation. In the present work it was studied seasonal variability of the energy an ecosystem of mangrove in the Northeast of the State of Pará, it was observed that during the rain season a reduction of 33% of available energy. During the dry season there is a predominance of sensible heat.

INTRODUÇÃO

O Estado do Pará possui extenso território e nele encontram-se diferentes ecossistemas, dentre os quais destacamos os manguezais. A costa Nordeste do Estado do Pará possui extensas florestas de manguezais, sendo que esse ecossistema exerce papel preponderante na cadeia alimentar costeira e na plataforma continental, exercendo um papel de berçário natural para reprodução de várias espécies. As florestas de manguezais cobrem mais de 100.000 km² das costas Tropicais do mundo. Esse ecossistema é de fundamental importância para o equilíbrio costeiro, pois é o abrigo para inúmeras variedades de plantas, animais e microorganismos, que são altamente adaptados a variações diárias de marés. Os manguezais também possuem um sistema produtivo de variadas espécies de peixes, moluscos e caranguejos, que possuem valor econômico, e é à base da sustentabilidade de grande parte da população local. As espécies vegetais predominantes são: Mangue Vermelho (*Rhizophora mangle*), Siriúba (*Avicennia germinans*) e Mangue Branco (*Laguncularia racemosa*). Em diversas regiões onde são encontrados os manguezais, a especulação imobiliária, o turismo e o crescimento desordenado das grandes cidades tem causado degradação ambiental progressiva.

O Projeto LBA (Experimento de Grande Escala da Biosfera-atmosfera na Amazônia) opera um sítio experimental na região, onde estão sendo realizadas medições micrometeorológicas.

O objetivo principal deste trabalho foi estudar a variabilidade média sazonal das diferentes componentes do balanço de energia em um ecossistema de manguezal preservado, localizado no Nordeste do Estado do Pará, assim como, estudar as correlações entre estes diferentes componentes.

MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi desenvolvido em uma área de manguezal na região Nordeste do Estado do Pará, na região Bragantina, localizado à Nordeste do Estado do Pará, apresentando uma área de 3.258 km², e as

seguintes coordenadas: 01° 03' de latitude Sul e 46° 46' de longitude W. Neste manguezal foi montada uma torre micrometeorológica com 25 metros de altura, tendo sido instalado em seu topo uma estação meteorológica automática Campbell, modelo CR10X e um sistema *Eddy correlation*, de medição dos fluxos de CO₂, vapor d'água e de energia. Os dados utilizados para a elaboração deste trabalho foram radiação solar global (RG), saldo de radiação solar (Rnet), fluxo de calor latente (LE) e fluxo de calor sensível (H), referentes aos meses de março e novembro dos anos de 2001 a 2003, que correspondem à época chuvosa e menos chuvosa daquela região. Os cálculos foram realizados levando-se em consideração as suas variações médias horárias. Estudos de regressão entre os diferentes componentes do balanço de energia também foram desenvolvidos.

A climatologia da região apresenta temperaturas amenas e praticamente constantes durante todo o ano, com temperaturas mínimas, médias e máximas, oscilando em torno de 21,1°C, 25,7°C e 30,9°C, respectivamente. A umidade relativa do ar apresenta-se elevada durante todo o ano, com média aproximada de 85%. Os menores valores médios são observados nos meses de outubro e novembro (77%), enquanto que os maiores em abril e maio (91%).

A nebulosidade na região apresenta-se elevada durante todo o ano, sendo maior no período mais chuvoso, que compreende os meses de janeiro até maio, e outro período menos chuvoso, que vai de junho a dezembro. O brilho solar médio anual é de aproximadamente 2.143,8 horas.. A precipitação pluviométrica é um dos elementos meteorológicos mais estudados e mais importantes da região equatorial, cujo valor médio anual é de 2.545 mm. A região Bragantina apresenta dois períodos distintos quanto a distribuição da precipitação, sendo um chuvoso, que se estende de janeiro à junho, e outro seco ou menos chuvoso, que vai de julho a dezembro. A velocidade do vento na região é relativamente baixa, com valores médios anuais da ordem de 1,6 m/s em superfície. A predominância da direção do vento é de Este - Sudeste, associado à circulação de grande escala que atua na região.

Segundo Thorthwaite & Mather (1955), o clima de Bragança é do tipo AwA'a', ou seja, clima muito úmido, megatérmico, com deficiência de água moderada no período de agosto a dezembro, com evapotranspiração anual de 1.449 mm e concentração de evapotranspiração potencial nos três meses mais quentes (outubro, novembro e dezembro).

O balanço hídrico do município de Bragança apresenta valores excedentes de água no solo nos meses de janeiro a junho. A deficiência de água no solo ocorre na época menos chuvosa e nos meses de

¹ Universidade Federal do Pará, Centro de Geociências, Departamento de Meteorologia, Belém-PA, Brasil, .e-mail: lola@ufpa.br

² University of Oxford, Oxford-UK, e-mail: yadvinder.malhi@ouce.ox.ac.uk

³ University of Edinburgh, Escócia-UK, e-mail: pmeir@ed.ac.uk

agosto a novembro, com reposição e excedente no mês de dezembro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As Figuras 1 e 2 apresentam os resultados médios horários dos principais componentes do balanço de energia durante a época chuvosa e seca, respectivamente. Observou-se que durante a época chuvosa da região houve uma redução de 38% no total da radiação solar global (RG), quando comparada com a época seca, sendo esta redução da ordem de $27,4 \text{ MJ. m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$ para $17,1 \text{ MJ. m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$. Essa redução deve-se, principalmente, ao efeito da grande nebulosidade presente durante esta época do ano, proporcionando grande atenuação na radiação solar incidente. Quando analisado o saldo de radiação solar (Rnet), observou-se que este sofreu uma variação de $19,5 \text{ MJ. m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$ para $13 \text{ MJ. m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$, correspondendo a uma redução de 33% entre o período seco para o período chuvoso. O saldo de radiação também sofreu uma pequena oscilação sazonal em relação à radiação solar global, correspondendo a 71% na época seca e de 76% na época chuvosa. A maior variabilidade foi verificada no fluxo de calor sensível (H), sendo que este sofreu uma redução em seu valor no período chuvoso em relação ao período seco da ordem de 63%.

Essa característica evidencia a grande influência do regime pluviométrico neste ecossistema. O fluxo de calor latente (LE) apresentou a menor variabilidade, com redução de 13%, quando se comparou a época seca com a chuvosa. O efeito contínuo das marés sobre a área de estudo ao longo de todo o ano explica tais variações.

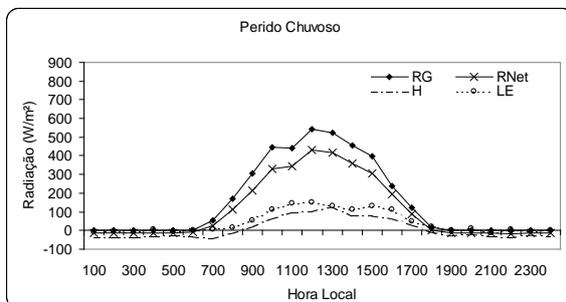


Figura 1. Variação média horária dos componentes do balanço de energia durante o período chuvoso em área de manguezal.

Análises de regressão aplicadas entre os vários componentes do balanço de energia, mostraram que os maiores coeficientes de determinação foram encontrados entre a radiação solar global e o saldo de radiação. A menor correlação foi verificada entre a radiação solar global e o fluxo de calor sensível, para ambos os períodos, evidenciando assim a grande dependência destes componentes com o regime de precipitação daquela região. Durante a época seca todas as regressões foram mais bem explicadas (r^2 variando entre 0,90 e 0,96), sendo a regressão linear a que apresentou os melhores resultados para todos os casos estudados, fato não verificado durante a época chuvosa, em que os melhores resultados foram obtidos através da aplicação da regressão polinomial.

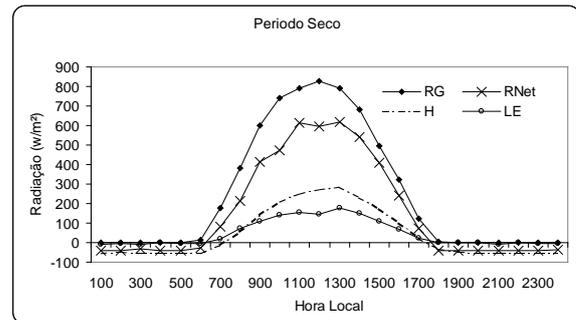


Figura 2. Variação média horária dos componentes do balanço de energia durante o período seco em área de manguezal.

Após as análises das interações dos diferentes componentes do balanço de energia no ecossistema de manguezal, pode-se concluir que existe uma grande sazonalidade nos mesmos, sendo evidente a grande influência das precipitações locais e das marés, que inundam periodicamente aquele ambiente, e influenciam decisivamente a variação sazonal dos fluxos energéticos. A análise de regressão realizada entre os diferentes componentes do balanço de energia evidenciando a grande dependência destes componentes com o regime de precipitação da região.

REFERÊNCIAS

- Giambelluca, T., Fox, J., Yarnasarn, P., Onibutr, P., Nullet, M., (1999). Dry-season radiation balance of land covers replacing forest in northern Thailand. *Agricultural and Forest Meteorology*. 95, p. 53-65.
- Osborne, P. L., (2000). *Tropical ecosystems and ecological concepts*. Cambridge. University Press, Cambridge, UK., 464p.
- Vianello, R.L. & Alves, A. R. *Meteorologia Básica e Suas Aplicações*. Imprensa Universitária, Viçosa-MG, UFV, 1991.
- Novelli, Y. 5. *Manguezal-Ecossistema entre a Terra e o Mar*. Caribbean Ecological Research. São Paulo, SP, 1995.