

## CARACTERIZAÇÃO MICROMETEOROLÓGICA DE UMA FLORESTA SECUNDÁRIA NA AMAZÔNIA CENTRAL

Monique Taiane dos Santos BRASIL<sup>1</sup>; Alessandro Carioca de ARAUJO<sup>2</sup>; Antonio Ocimar MANZI<sup>3</sup>; Javier TOMASELLA<sup>4</sup>.

<sup>1</sup>Bolsista PIBIC/CNPq/INPA; <sup>2</sup>Orientador LBA/ INPA; <sup>3</sup>Colaborador LBA/ INPA; <sup>4</sup>Colaborador LBA/ INPA

### 1. Introdução

Na Amazônia legal, o processo de substituição da cobertura vegetal natural por pastos e campos agrícolas para a produção de carne e soja, respectivamente, apresenta uma forte correlação com a variabilidade dos preços desses produtos no mercado internacional. Por exemplo, quando a oferta internacional está baixa e a demanda alta, são observados aumentos significativos nas áreas utilizadas para pastos e campos agrícolas, assim como maiores taxas de desflorestamento e incêndios na Amazônia. Nesse contexto, a vegetação que se desenvolve em áreas de pastagem e cultivos agrícolas que foram abandonadas, em geral, por conta da baixa produtividade em consequência da exaustão de nutrientes do solo, é denominada vegetação secundária ou *capoeira*, e pode desempenhar um papel importante nos ciclos de carbono e água. Informações relativas à micrometeorologia da vegetação secundária ainda são muito escassas, principalmente aquelas relacionadas às variabilidades diária, sazonal e interanual. Dessa maneira, medir as variáveis de superfície é importante para compreender os processos de interação entre a vegetação e a atmosfera e aprimorar a representação desses ecossistemas nos modelos climáticos, utilizados nos estudos do clima da região, tanto para as condições do clima passado e atual como nas projeções de cenários climáticos futuros.

Este trabalho tem como objetivo avaliar o parâmetro de refletividade (albedo) da vegetação de capoeira à radiação solar incidente (que a partir daqui será chamada de radiação de onda curta incidente -  $ROC \downarrow$ ) e comparar seu comportamento com o albedo da floresta primária.

### 2. Material e métodos

As atividades de campo foram desenvolvidas na fazenda Esteio, localizada no km 24 da estrada vicinal de terra ZF-3, que tem seu início no km 63 da BR-174 que liga Manaus, AM a Boa Vista, RR. Essa fazenda está situada em uma das áreas de estudo do Projeto Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais (PDBFF). Em maio de 2008, uma torre de observações micrometeorológicas, com 34 metros de altura, foi instalada em uma área de vegetação secundária, com aproximadamente 20 anos de idade, cujo dossel atinge aproximadamente 20 m de altura. Sistemas para medir as variáveis meteorológicas e, de fluxos turbulentos foram instalados na torre, dentre os quais os de radiação solar incidente e refletida utilizados neste trabalho. As componentes da radiação de onda curta avaliadas no trabalho foram medidas com piranômetro (CNR1, Kipp & Zonen, Delft, The Netherlands). Os piranômetros foram instalados a uma altura de 32 metros e afastados 3 metros da torre por um mastro. Um foi montado para medir a radiação solar incidente e o outro a radiação solar refletida. As leituras destes sensores foram realizadas a cada 30 segundos e armazenadas como médias de 30 minutos na memória de um registrador de dados (CR3000, Campbell Scientific, Logan, UT, Estados Unidos). Os dados coletados foram tabulados e organizados no banco de dados para posterior análise.

As análises dos dados de ROC, foram divididas em duas etapas:

- (i) observação da variabilidade diária e sazonal da ROC incidente e refletida e,
- (ii) observação da variabilidade diária e sazonal do albedo ( $\alpha$ ) que é representado pela seguinte razão:

$$\alpha = \frac{ROC \uparrow}{ROC \downarrow}$$

Sendo que  $ROC \uparrow$  é a radiação de onda curta refletida pela vegetação e  $ROC \downarrow$  é a radiação solar global incidente à superfície. Para a análise de  $\alpha$ , foram testados três períodos de tempo diferentes. A princípio, o período a ser utilizado compreende as 24 horas do dia, mas de acordo com Culf et al. (1995), o albedo sofre variações diurnas dependentes do ângulo de elevação solar e

variações na nebulosidade. Dessa maneira, utilizar o período de 06:00 horas da manhã às 18:00 horas da tarde não foi viável, pelo fato dos valores registrados próximos ao nascer e pôr-do-sol apresentarem alta variabilidade em função do ângulo de elevação solar. Dessa maneira, o comportamento do albedo ao longo do dia foi avaliado no período das 08:00 horas da manhã até às 16:00 horas da tarde.

### 3. Resultados e discussão

Os resultados apresentados compreendem o período de 21 de junho de 2008 (dia do ano 173) a 18 de março de 2009 (dia do ano 077). A figura 1 mostra os valores médios das ROC incidente e refletida para todo o período. Os valores de radiação de onda curta incidente e refletida apresentaram valores médios máximos de aproximadamente  $700 \text{ W m}^{-2}$  e  $80 \text{ W m}^{-2}$ , respectivamente.

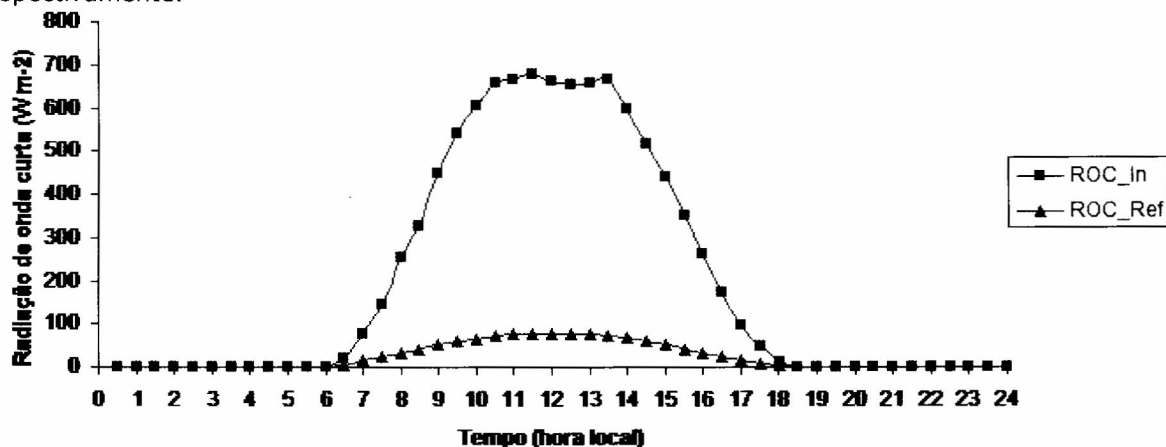


Figura 1. Ciclo diário da radiação de onda curta incidente (ROC\_In) e refletida (ROC\_Ref).

A radiação de onda curta incidente possui um ciclo diurno dependente do ângulo de incidência solar. Ao analisar a sua variação diária é possível observar um aumento crescente em seus valores a partir das 06:00 horas até o meio-dia, e um decréscimo após esse horário. As radiações incidentes de maior intensidade são observadas em torno de meio-dia, correspondente ao ângulo máximo de elevação solar.

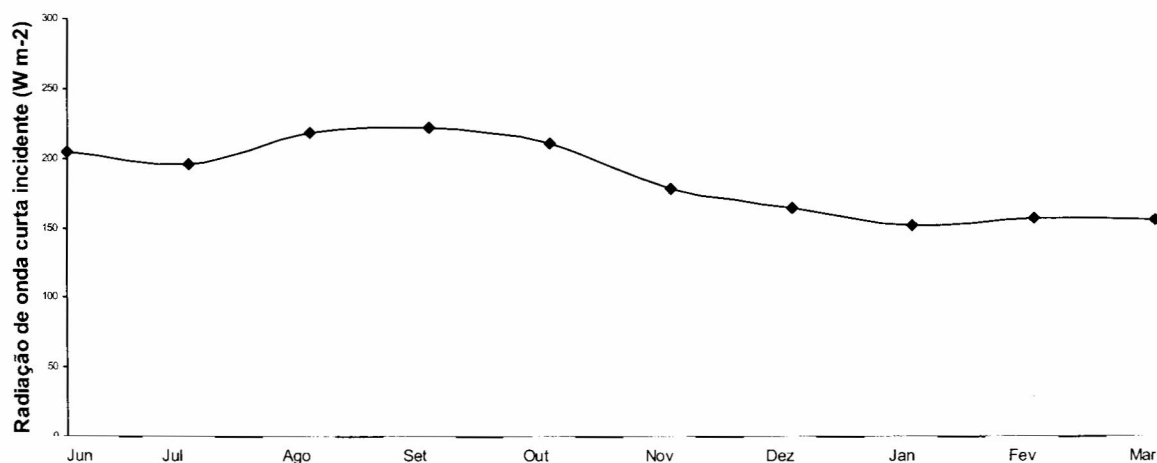


Figura 2. Médias diárias mensais de radiação solar incidente para o período de junho de 2008 a março de 2009.

A figura 2 mostra que a radiação de onda curta incidente apresenta variações ao longo do ano de acordo com a sazonalidade. Durante a época chuvosa, a frequência de dias nublados é muito maior. Isso implica que a radiação solar global chega à vegetação em intensidades reduzidas. A

nebulosidade está associada a maiores valores de  $\frac{ROC \downarrow \text{difusa}}{ROC \downarrow \text{total}}$ , porém essa variável não foi

medida e não será tratada neste trabalho. Durante a época seca, os dias nublados são menos frequentes, aumentando a radiação solar incidente na vegetação. A figura 3 mostra a variação média diária de  $\alpha$  no período de 08:00 da manhã às 16:00 horas tarde. É possível observar que a variação de  $\alpha$  permanece entre 0,12 e 0,14.

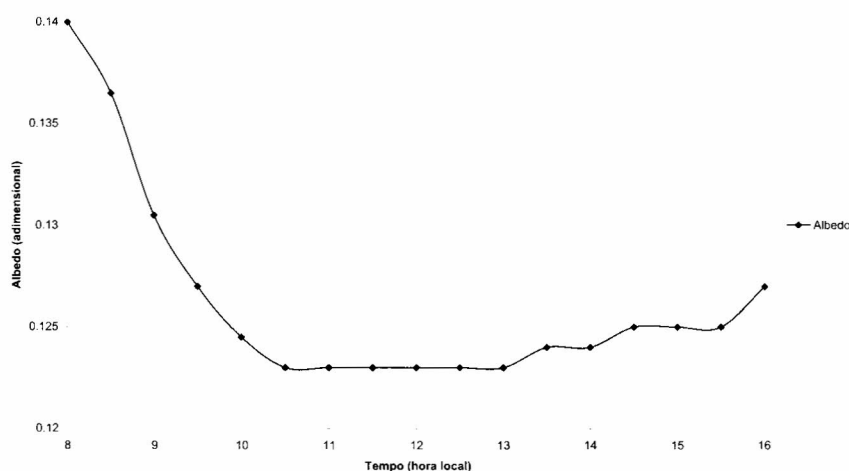


Figura 3. Variação diurna de albedo.

Durante o dia, o albedo decresce com o ângulo de elevação solar. Em geral, valores máximos são observados ao nascer e pôr-do-sol, enquanto os valores mínimos são observados em torno de meio-dia. Em função do ângulo de elevação solar máximo ocorrer ao meio-dia, a radiação solar incide mais perpendicularmente, aumentando assim a penetração e absorção da radiação no dossel da floresta e diminuindo a reflexão. Quando o ângulo de elevação solar é pequeno, a radiação incidente não penetra tanto no interior do dossel, ocorrendo redução da absorção por espalhamento múltiplo, o que concorre para uma reflexão maior da superfície, ou seja, para um albedo maior. As variações de albedo ao longo do ano são influenciadas pelas mudanças na declinação solar, mas também apresentam características diferenciadas por conta da mudança da vegetação em diferentes épocas do ano. Os menores valores ocorrem na época chuvosa. Segundo Wright et al. (1996), este fato estaria relacionado ao aumento da umidade do solo, que aumenta a atividade fotossintética da planta e, conseqüentemente, o dossel passa a absorver mais radiação solar. No entanto, no período seco, a vegetação apresenta diferentes adaptações, como por exemplo, a perda de folhagem para reduzir o gasto de energia em seus processos ecofisiológicos necessários à sobrevivência. Desse modo, na estação menos chuvosa, por conta da menor quantidade de folhas na copa das árvores, há uma maior exposição dos galhos, ramos e troncos, e o dossel da floresta, de um modo geral, passa a apresentar uma coloração mais clara, o que acarreta uma maior reflexão da radiação incidente na vegetação.

#### 4. Conclusão

Os resultados mostram que a vegetação secundária apresenta características diferenciadas. Resultados similares foram reportados por Sommer et al. (2002), que estudando uma vegetação secundária no nordeste do Pará, observaram variações em diferentes estágios de desenvolvimento. Como se trata de uma floresta secundária de aproximadamente 20 anos de idade, ou seja, em estágio de desenvolvimento avançado, suas características podem ser comparadas às de uma floresta primária. De acordo com Culf et al. (1995) e Giambelluca et al. (1997), o albedo de uma floresta primária varia entre 0,12 e 0,14. Os valores reportados nesse estudo estão nessa faixa,

apesar de serem para uma vegetação secundária. Desse modo, a floresta secundária estudada apresentou propriedades de refletividade semelhantes às de uma floresta primária, ao longo do dia, porém apresentou menor variabilidade entre as estações do ano.

## 5. Referências

Avissar, R.; Pielke, R. A. 1989: A *parameterization of heterogeneous land surfaces for atmospheric numerical models and its impact on regional meteorology*. Monthly Weather Review, 117, 2113-2136.

Culf, A.D.; Fisch, G.; Hodnett, H.G. *The Albedo of Amazonian Forest and Ranch Land*. Journal of Climate, Washington, v. 8, p. 1544-1554, 1995.

Fearnside, P. M. 2006. *Desmatamento na Amazônia: dinâmica, impactos e controle*. Acta Amazonica 36(3):395-400.

Giambelluca, T. W.; Hölscher, D.; Bastos, T. X.; Frazão, R. R.; Nullet, M. A.; Ziegler, A. D. 1997. *Observations of Albedo and radiation balance over post-forest land surfaces in eastern Amazon Basin*. J. of Climate, 10, 919-928.

Giambelluca, T. W.; Fox, J.; Yarnasarn, S.; Onibutr, P.; Nullet, M. A. 1999: *Dry-season radiation balance of lands covers replacing forest in northern Thailand*. Agricultural and Forest Meteorology, 95, 53-65.

Giambelluca, T. W., 2002: *Hydrology of altered tropical forest*. Hydrological Processes, 16, 1665-1669.

Giambelluca, T. W.; Ziegler, A. D.; Nullet, M. A.; Truong, D. M.; Tran, L. T. 2003. *Transpiration in a small tropical forest patch*. Agricultural and Forest Meteorology, 117 (1-2), 1-22

Laurance, W. F. e Bierregaard, R. O. Jr., 1997. "Preface: A crisis in the making". In: *Tropical Forest Remnants: Ecology, Management and Conservation of Fragmented Communities*, Laurance, W.F. e Bierregaard R.O. Jr. (eds). University of Chicago Press, Chicago, USA.

Laurance, W. F.; Laurance, S. G.; Ferreira, L. V.; Rankindemerona, J. M.; Gascon, C.; Lovejoy, T. E. 1997. *Biomass Collapse In Amazonian Forest Fragments*. SCIENCE 278 (5340), 1117-1118.

Neeff, T; Lucas, R. M.; dos Santos, J. R.; Brondizio, E. S. e Freitas, C. C. 2006. *Area and age of secondary forests in Brazilian Amazonia 1978-2002: An empirical estimate*. Ecosystems 9: 609-623.

Skole, D e Tucker, C. 1993. *Tropical Deforestation And Habitat Fragmentation In The Amazon - Satellite Data From 1978 To 1988* (Vol 260, Pg 1909, 1993). Science 261 (5125): 1104-1104.

Skole, D. L.; Walker, R. T.; Salas, W. A. 2002. *Pattern to process in Amazônia: measurement and modeling of the inter-annual dynamics of deforestation and regrowth*. A research proposal submitted in response to NRA-97-MTPE-02, The effects of tropical forest conversion: ecological research in the large-scale biosphere-atmosphere experiment in Amazônia, LBA ([www.bsrsi.msu.edu/overview/lbaft.html](http://www.bsrsi.msu.edu/overview/lbaft.html)).

Sommer, R.; Sá, T. D. de A.; Vielhauer, K.; de Araújo, A. C., Fölster, H.; Vlek, P. L. G. 2002. *Transpiration and canopy conductance of secondary vegetation in the eastern Amazon*. Agricultural and forest meteorology 112: 103-121.

Ziegler, A. D.; e colaboradores, 2007: *Hydrological consequences of landscape fragmentation in mountainous northern Vietnam: Buffering of hortonian flow*. Journal of Hydrology, 337, 52-67.

Wright, I. R.; Nobre, C.A.; Tomasella, J. 1996. *Towards a GCM surface parametrisation for Amazonia*. In: Gash, J.H.C, Nobre, C.A.; Roberts, J.M. Amazonian Deforestation and Climate, West Sussex: John Wiley, p. 265 - 286.