

FLUXOS DE CO₂ EM UM ECOSISTEMA DE MANGUEZAL PARAENSE

Paulo Jorge de OLIVEIRA¹, Rafael Ferreira da COSTA², Antonio C. Lola da COSTA³, José Maria N. da COSTA⁴, Yadvinder MALHI⁵, Patric MEIR⁵, Rommel B.C. SILVA⁶, Vanda M.S. ANDRADE⁶, João A. SILVA JUNIOR⁷, Paulo. H.S. GONÇALVES⁸, Alan BRAGA⁸

Introdução

O estudo dos fluxos de Carbono (CO₂) à superfície nos mais diversos ecossistemas, tem se tornado cada vez mais importante com relação ao interesse científico. Muitos trabalhos já foram realizados no intuito de observar os fluxos atmosféricos de CO₂ e Energia utilizando o método de eddy correlation, baseado na técnica de correlação de vórtices turbulentos, cuja metodologia tem sido empregada com sucesso no Brasil em áreas de Florestas (MALHI et al., 1998), Cana-de-Açúcar (ROCHA et al., 1999) e Cerrado (MIRANDA et al., 1996). Apesar da grande importância do estudo de manguezais sob vários aspectos da ciência, pouco se sabe sobre os processos de trocas de massa, energia, momentum e outros parâmetros bióticos e abióticos, dentro e fora do ecossistema de manguezal, e especificamente, a região costeira do Pará, que é muito carente em dados micrometeorológicos que possam caracterizar climatologicamente os manguezais.

Portanto, o objetivo desse trabalho foi estudar os fluxos de Carbono em áreas de mangue utilizando a técnica de eddy correlation.

Material e métodos

O Manguezal Nordeste do Estado do Pará abrange o estuário do Rio Caeté, em cuja margem localiza-se o município de Bragança. O Projeto CARBOPARA - LBA opera um sítio experimental na área (00°50'31"S; 46°38'56"W; 30m), cuja floresta possui um dossel com altura média de 18 m, e árvores emergentes de até 25m. As espécies vegetais predominantes são: Mangue Vermelho (*Rhizophora mangle*), Siriúba (*Avicennia germinans*) e Mangue Branco (*Laguncularia racemosa*).

O período de estudo é referente aos meses de janeiro de 2001 e novembro de 2002, que correspondem aos períodos chuvoso e seco da região, respectivamente. Os dados meteorológicos utilizados foram obtidos através de uma estação automática (CR10, Campbell Scientific), a qual realizava medidas em uma torre de 27m de altura, a cada 5 minutos. Foram usados valores médios de Radiação Fotossintética (PAR) e Temperatura do solo (5cm), a cada 30 minutos durante um período chuvoso (Janeiro), e 10 minutos durante um período seco (novembro).

Os fluxos de CO₂ e velocidade de fricção (u*) foram medidos usando-se a técnica de eddy covariance, o qual possui um sistema do tipo "closed path" baseado em um Anemômetro sônico 3D (Solent R-3, Gill instruments, Lynington, UK) e um analisador

de gás infravermelho LiCor 6262 (LICOR, Lincoln, Nebraska, USA). As medidas instantâneas de velocidade vertical de vento foram medidas a uma frequência de 20Hz, enquanto que a concentração de Carbono foi feita a 5 Hz. A saída digital combinada era coletada a 20Hz de frequência em um computador laptop, e os fluxos calculados em tempo real usando-se o software Edisol da Universidade de Edinburgo (MONCRIEFF et al. 1997).

Durante as análises, definiu-se como período diurno, o intervalo de medidas realizadas entre as 06 e 18:30 horas, e o período noturno como sendo entre as 19 horas de um dia, e às 05:30 do dia seguinte, com o objetivo de acompanhar a atividade fotossintética do ecossistema (KRUIJT et al., 2002). Uma equação Hiperbólica não-retangular foi usada para obter uma relação entre os dados de fluxos de Carbono e Radiação PAR, em que o fluxo era obtido em função da Radiação PAR, como sendo a solução da seguinte expressão:

$$M.A^2 - (k.PAR + A_{max}).A + k.PAR.A_{max} = 0$$

Onde **PAR** é a Radiação Fotossintética (W.m⁻²); **A_{max}** é a máxima taxa Fotossintética (μmol.m⁻².s⁻¹); **M** é a convexidade da Hipérbole (0 < M < 1) e **k** é a inclinação inicial da curva (μmol.J⁻¹)

Resultados e discussão

De acordo com a figura 1, a qual representa a curva de resposta dos fluxos em relação à radiação fotossintética, nota-se que a máxima taxa de fotossíntese sob saturação de radiação PAR (A_{max}) apresentou forte variação entre as duas condições estudadas. O valor médio de A_{max} ficou em torno de -15 μmol.m⁻².s⁻¹ durante a época seca atingindo cerca de -21 μmol.m⁻².s⁻¹ no período chuvoso. Apesar de haver um aumento considerável na nebulosidade entre as duas estações, percebe-se que em ambos os casos, a saturação acontece em torno de 1000-1200 mmol.m⁻².s⁻¹ de radiação PAR, ocorrendo com mais antecedência no período seco, devido à redução da disponibilidade de água no solo.

Durante o período noturno, a respiração da floresta acontece sob condição de estabilidade, e com isso a aplicação da técnica de vórtices turbulentos necessita de correções. No ecossistema de Manguezal de Bragança, especificamente, a presença constante de circulação de ar devido às Brisas, ocasiona uma forte mistura por toda a extensão do manguezal, mesmo durante o período noturno, gerando assim condições esporádicas de instabilidade.

¹ Msc. Prof. do Departamento de Zootecnia. Universidade Federal Rural da Amazônia. UFRA. Avenida Presidente Tancredo Neves, 2501, CP 917. Belém, PA – CEP: 66077-530. E-mail: pjosouza@aol.com.

² Museu Paraense Emilio Goeldi. Av. Perimetral, s/n. Belém, PA. E-mail: rfcostampeg@bol.com.br.

³ Dr., Prof. do Departamento de Meteorologia. Centro de Geociências. UFPA. Belém, PA. E-mail: lola@ufpa.br.

⁴ Phd., Prof. do Departamento de Engenharia Agrícola. UFV. Viçosa, MG. E-mail: jmncosta@ufv.br.

⁵ Phd. Department of Ecology. UEdin. Edinburgh, UK.

⁶ Mestrando da UFV

⁷ Estudante de Meteorologia, UFPA.

⁸ Bolsista, Meteorologista, UFPA.

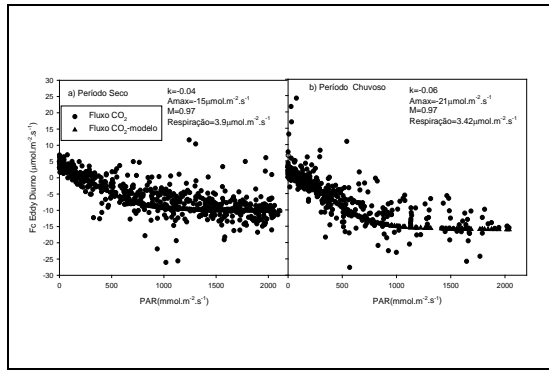


Figura 1. Curva de resposta à Luz : (a) período seco e (b) período chuvoso

Segundo a figura 2, percebe-se que tanto no período chuvoso como no seco, as medidas realizadas pelo sistema eddy correlation durante a noite, são feitas fora das condições de vento calmo. Na época seca, cerca de 100% das medidas noturnas foram realizadas, com velocidade de fricção acima de 0,25 m.s⁻¹, enquanto que no período chuvoso este valor diminui para 86%, mostrando assim que a utilização da técnica para este tipo específico de ecossistema não apresenta grandes complicações no que diz respeito a problema de noites calmas.

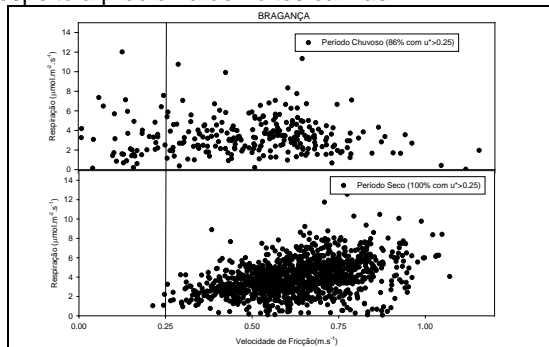


Figura 2. Velocidade de Fricção e Respiração

Nota-se que o pico máximo médio de fotossíntese é maior no período chuvoso ($-12 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) do que na estação seca ($-10 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$), com um rápido declínio da curva a partir deste valor (Figura 3).

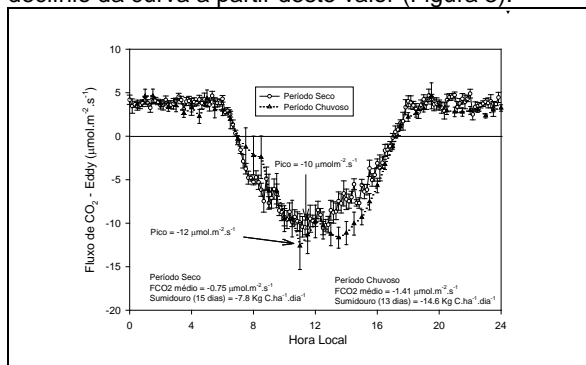


Figura 3. Ciclo diurno médio dos fluxos de Carbono

Os valores médios encontrados dos fluxos diurnos para ambos os períodos foram de $-5,4$ e $-4,8 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$, na estação chuvosa e seca, respectivamente. O fluxo médio nas 24 horas, foi maior no período chuvoso ($-1,41 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) do que o período seco ($-0,75 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$), (Tabela 1).

Tabela 1. Valores médios de Fluxo de CO₂ em Manguezal ($\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$).

	Diurno	Noturno	24 horas
	0600-1830	1900-0530	1830-1900
Chuvoso	-5.44	3.36	-1.40
Seco	-4.88	3.86	-0.75

Em ambas as estações, o manguezal funciona como um sumidouro de carbono (Figura 4), com valores de absorção de carbono variando de 14,6 a 7,8 Kg C/ha.dia, durante a época chuvosa e seca, respectivamente, uma diminuição de cerca de 46% (Tabela 2). Durante o período diurno, o fluxo total foi de $-30,5$ Kg C/ha.dia (chuvoso) e de $-26,7$ Kg C/ha.dia (seco) enquanto que à noite o total para o período chuvoso foi de $+15,9$ Kg C/ha.dia, e de $18,8$ Kg C/ha.dia para a época seca.

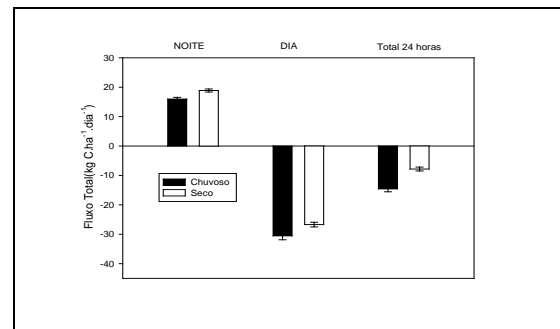


Figura 4. Fluxo Total de Carbono em Kg.ha⁻¹.dia⁻¹ no Manguezal

Tabela 2. Fluxo Total de Carbono em Kg C/ha.dia.

	Diurno	Noturno	24 horas
	0600-1830	1900-0530	1830-1900
Chuvoso	-30.54	15.97	-14.57
Seco	-26.71	18.88	-7.82
Diferença	3.83	2.91	6.75
%	-12.55	18.24	-46.30

Conclusões

Levando-se em consideração a amostragem de dados usados, o ecossistema de manguezal funciona como sorvedouro de carbono em ambas as estações, com uma taxa média de $2,8 \text{ T C.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$, no período seco, e $5,2 \text{ T C.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$, no período chuvoso. Apesar destes resultados variarem sazonalmente, não podemos afirmar que o Balanço de Carbono no Manguezal está em equilíbrio, pois a floresta está continuamente crescendo, e uma parte do carbono é levada para fora da área durante eventos de enchentes.

Referências bibliográficas

- Kruijt, B.; Elbers, J.; Randow, C.V.; Araújo, A.; Oliveira, P.J.; Culf, A.; Manzi, A.O.; Nobre, A.D.; Kabat, P. The robustness in eddy correlation fluxes for Amazon rainforest conditions. Submetido ao **Ecological Application**, Janeiro, 2002 (No prelo)
- Rocha, H.R.; Cabral, O.M.R.; Silva Dias, M.A.F.; Ligo, M.A.; Elbers, J.; Freitas, H.C.; Randow, C.V.; Brunini, O. Atmospheric CO₂ fluxes and soil respiration over sugar cane in southeast Brazil. In: **Carbon Pools and Dynamics in Tropical Ecosystems**, eds. Lal, R.; Kimble, J. Stewart, B. CRC Press, Boca Raton, FL, 1999.