

INFLUÊNCIA DA VELOCIDADE DE FRICÇÃO DO AR NA ESTIMATIVA DE TROCA LÍQUIDA DE CO₂ EM FLORESTA TROPICAL

LUDYMILLA B. DA SILVA¹, LUCIANA S. ALVES², OSVALDO B. PINTO JUNIOR³

¹ Bióloga, Mestranda em Física Ambiental, IF/UFMT/ Cuiabá – MT, fone: (065)36158738, email: ludymillab@gmail.com

² Engenheira Sanitarista, Profa. Adjunta, FAET/ UFMT/Cuiabá-MT.

³ Biólogo, doutorando em Agricultura Tropical, FAMEV/UFMT/Cuiabá-MT.

Apresentado no XVI Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 22 a 25 de Setembro de 2009 - GranDarrell Minas Hotel, Eventos e Convenções – Belo Horizonte – MG.

RESUMO: O método de covariância de vórtices turbulentos está entre as técnicas mais utilizadas para estimativa de fluxos de energia, mas limitações deste método em condições de baixa turbulência podem comprometer os balanços de CO₂, principalmente em vegetações altas com ventos de baixa velocidade características de florestas tropicais. Desta forma, este trabalho teve por objetivo analisar a distribuição de frequência da velocidade de fricção do ar (u^*) noturno e a relação com a troca líquida de CO₂ no ecossistema (NEE) a partir de diferentes classes de u^* , numa floresta de transição Amazônia Cerrado, em Sinop, MT no ano 2007. Na classe de maior estabilidade turbulenta de 0 a 0,09 m s⁻¹ a frequência foi 54% dos dados de u^* . Durante a estação seca a estabilização da taxa de NEE ocorreu a partir de $u^* > 0,6$ m s⁻¹ com um NEE médio de 5,44 $\mu\text{mol m}^2\text{s}^{-1}$, enquanto que na estação úmida este comportamento ocorreu a partir de 0,4 m s⁻¹ com 7,01 $\mu\text{mol m}^2\text{s}^{-1}$, durante o período noturno das 18h e 6h.

PALAVRAS-CHAVE: vórtices turbulentos, NEE, floresta de transição Amazônia Cerrado.

INFLUENCE OF WIND FRICTION SPEED (u^*) ON THE ESTIMATE OF THE NET ECOSYSTEM EXCHANGE CO₂ IN TROPICAL FOREST

ABSTRACT: Eddy covariance is among the most widely used to estimate flux energy but it has limitations in conditions of low turbulence can compromise the CO₂ balance, especially in vegetation with high winds of low speed characteristics of tropical forests. This study evaluated the frequency distribution of relationship between friction velocity (u^*) nocturnal and NEE for different classes of u^* in a transition forest of Amazonian Cerrado in Sinop, MT in year 2007. There was a higher stability for turbulent for u^* ranging from 0 to 0.09 m s⁻¹ which the frequency was 54% of u^* data. During the dry season, there was the stabilization of NEE for values higher than 0.6 m s⁻¹ and an average of NEE of 5.44 $\mu\text{mol m}^2\text{s}^{-1}$. In the wet season the stabilization occurred for u^* values of 0.4 m s⁻¹ and an average of NEE of 7.01 $\mu\text{mol m}^2\text{s}^{-1}$, in the night from 18h - 6h.

KEYWORDS: turbulent vortices, NEE, transition forest of Amazonian Cerrado.

INTRODUÇÃO: A troca líquida de CO₂ no ecossistema ou NEE (Net Ecosystem Exchange) consiste na diferença entre a assimilação de CO₂ pelo processo de fotossíntese e a emissão por respiração autotrófica e heterotrófica. Na Amazônia, cada um desses componentes possui magnitudes elevadas cuja, a determinação exata é bastante sensível a erros nas medidas, principalmente se esta dificuldade influenciar em medidas de apenas um desses componentes comprometendo a estimativa de NEE. Entre os métodos micrometeorológicos para estimativa dos fluxos de superfície, o método de covariância de vórtices turbulentos está entre os mais utilizados possibilitando medidas contínuas de troca de CO₂ entre o ecossistema e a atmosfera. Uma das dificuldades na utilização deste método consiste no fato, de que, os fluxos medidos durante o período noturno podem apresentar valores subestimados, pois, as condições de estabilidade atmosférica noturna impedem uma medida correta dos fluxos noturnos calculados pelo método (KRUIJT et al., 2004; AGUIAR 2005). Estudos têm avaliado a sensibilidade de valores de NEE utilizando dados de velocidade de fricção (u^*) como um indicador. As correções e posterior filtragem dos dados procedem caso seja verificado a existência de redução de valores de NEE em condições de u^* baixo (0 a 0,6 m² s⁻¹). Neste contexto, este estudo analisou a distribuição de frequência da velocidade de fricção do ar (u^*) noturno e a relação com o NEE a partir de diferentes classes de u^* , numa floresta de transição Amazônia Cerrado, em Sinop, MT.

MATERIAL E MÉTODOS: O estudo foi realizado em numa área de floresta de transição entre o bioma Cerrado e Amazônia situada na fazenda Macaraí à aproximadamente a 50 km de Sinop, Mato Grosso, Brasil (11° 24,75'5;55° 19,0'0). A vegetação da área consiste de árvores verdes com uma altura média do dossel de 28 a 30 m, com 20% das espécies dominantes pertencentes a família *Clusiaceae*. Mais de 50% das espécies é dominada por *Tovomita schomburgkii* (Planch & Triana), *Protium sagotianum* (Marchand), *Brosimum lactescens* (S. Moore) e *Dialium guianense* (Aubl.). O Índice de Área Foliar estimado por transmitância de luz e equação de Lambert-Beer na região para estação seca e úmida é de 2,85±0,64 m² m⁻² e 3,82±0,90 m² m⁻², respectivamente (SANCHES et al., 2008). O clima da região é tropical quente e úmido (Am), com temperatura média anual de 24°C e uma precipitação média anual de 2000 mm, com 4 meses de estação seca (junho - setembro), 4 meses de estação chuvosa (dezembro - março) e um período de transição de 4 meses entre as duas estações (outubro - novembro e abril - maio) (VOURTELIS et al., 2001). O solo é classificado como neossolo quartarzenico órtico típico A moderado álico, caracterizando um solo extremamente arenoso com 84% de areia, 4% de silte, 12% de argila na camada superior do solo (50 cm), de acordo com o laboratório de solos da UFMT. As medições foram realizadas por equipamentos fixados numa torre micrometeorológica de 42 metros. As medidas das concentrações de CO₂ foram realizadas por um sistema de bomba de diafragma e válvulas solenóides que retiraram amostras do ar nas alturas 1, 4, 12, 20 e 29 m conduzindo-as ao analisador de gás de caminho fechado (IRGA, mod. LI-820, LI-COR, Inc.). Já as medidas de fluxo de CO₂ feitos a 42 m de altura, foram determinados pelo método de vórtices turbulentos composto por anemômetro sônico tridimensional que mede as três componentes da velocidade do vento horizontal a leste, horizontal a norte e vertical. As amostras de CO₂ coletadas a 42 m foram medidas por um analisador de gás de caminho aberto (LICOR 7500, LICOR Inc., Lincoln USA). Os analisadores de gás de caminho aberto e fechado foram calibrados de 2 a 4 semanas usando um gás padrão de 300 e 400 μmol mol⁻¹ e um gerador portátil de ponto de orvalho (LI-610; LI-COR, Lincoln, Nebraska, USA) (VOURLITIS et al., 2004). Os dados brutos das flutuações de CO₂ foram obtidos em voltagens e convertidos para densidades pela multiplicação das suas constantes de calibração.

As medidas de fluxos e concentrações de CO₂ da torre foram realizadas em dados de 10 Hz usando média móvel de 200s e armazenadas a cada 30 minutos em um datalogger (CR 10X, Campbell Scientific, Inc.). Foram utilizados dados de concentração e fluxo de CO₂, velocidade de fricção do vento e temperatura do ar de 2007. O armazenamento do dossel (ΔS) foi estimado pela troca de concentração de CO₂ medida em diferentes alturas (equação 1). Em que, dC é a troca de CO₂ na altura z , dT é o período de tempo, Δz é a altura da camada do dossel.

$$\Delta S = \frac{dC}{dT} \Delta z \quad (1)$$

Em que, dC/dT é a taxa de variação da concentração de CO₂ ao longo perfil vertical. O NEE consiste na diferença entre o CO₂ absorvido na fotossíntese e o liberado na respiração da vegetação e do solo e foi obtido por meio de medidas de fluxo de CO₂ no topo do dossel (F_c) e do CO₂ armazenado no interior do dossel (ΔS) o segundo termo da equação é a taxa de armazenamento de CO₂ no dossel, no qual M_c é o peso molar de carbono de acordo com a equação 2 (GRACE, 1995).

$$NEE = F_c + \int M_c \frac{dc}{dt} \Delta z \quad (2)$$

RESULTADOS E DISCUSSÃO: A Figura 1 apresenta a relação entre o NEE e a velocidade de fricção (u^*) referentes ao período noturno (18h às 6h), em que o NEE aumentou durante as estações seca e úmida a medida que os valores de u^* aumentaram. Durante a estação seca a estabilização das taxas de NEE ocorreram a partir de $0,6 \text{ m s}^{-1}$ com uma média de NEE de $5,44 \mu\text{mol m}^2\text{s}^{-1}$, enquanto que na estação úmida a estabilização ocorreu a partir de $0,4 \text{ m s}^{-1}$ com uma média de NEE de $7,01 \mu\text{mol m}^2\text{s}^{-1}$.

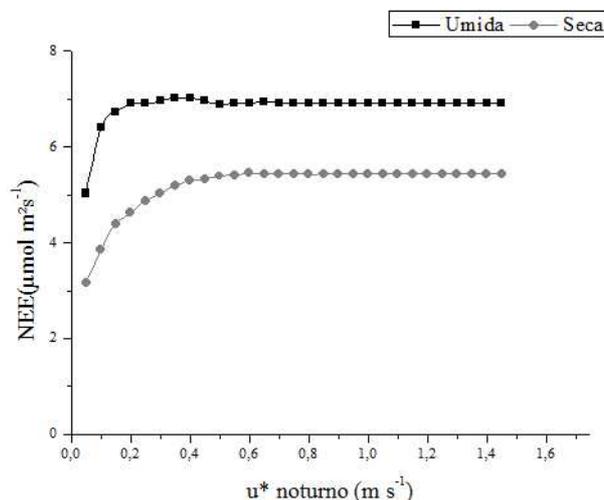


Figura 1 - Relação entre a velocidade de fricção (u^*) e o NEE (18h às 6h) durante as estações úmida e seca.

Em estudo na floresta Amazônica no estado de Rondônia houve um decréscimo nas taxas de troca líquida de CO₂ no ecossistema (NEE) em 70% do total de dados coletados sob condições de $u^* < 0,3 \text{ m s}^{-1}$ (AGUIAR, 2005). Dificuldades nas estimativas de NEE, decorrentes de subestimativas de taxas de respiração noturna (NEE noturno) ocasionadas por

condições de baixa turbulência podem implicar na utilização de filtros, que de acordo com estudos em ecossistemas da Amazônia podem significar o descarte de até 80% dos dados. A Figura 2 apresenta as frequências relativas de ocorrências de u^* , em que a classe modal de intervalo 0 a $0,09 \text{ m s}^{-1}$ representou 25,93% e 24,61% dos valores de u^* para as estações úmida e seca, respectivamente. Esta classe representou a faixa de maior estabilidade turbulenta, que pode ter ocasionado a subestimativa de 50,54% dos dados de NEE.

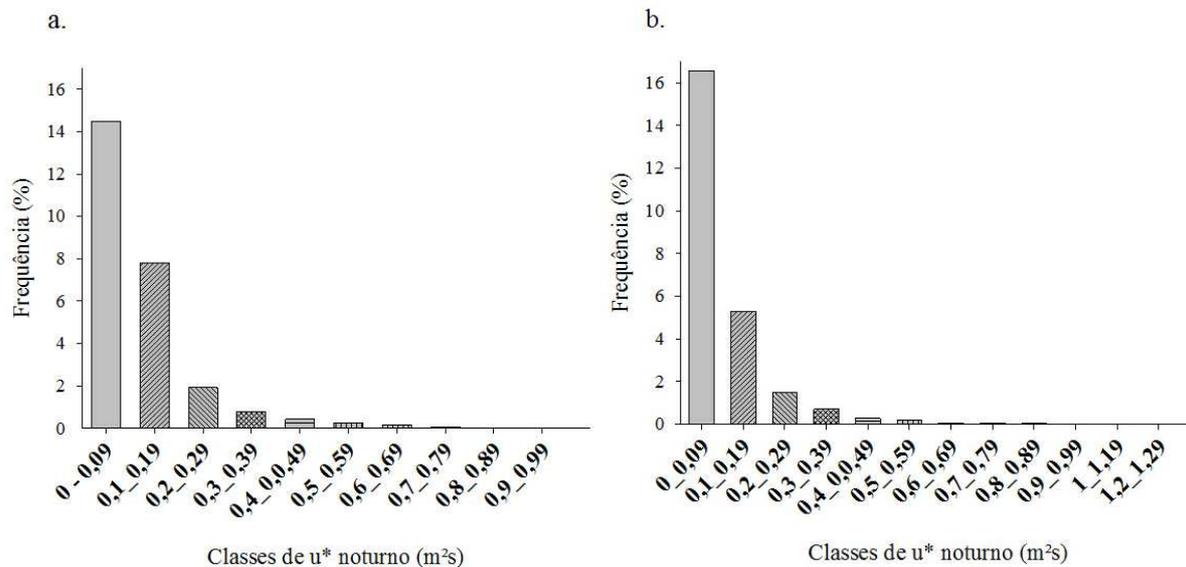


Figura 2 - Frequência de ocorrência de velocidades de fricção do ar (u^*) durante as estações úmida (a) e seca (b) em Sinop, MT, em 2007.

Na estação seca, 24,46% dos dados NEE podem ter apresentado subestimativa considerando valores de u^* menores que $0,6 \text{ m s}^{-1}$. Entretanto, verificou-se que os valores de NEE aumentaram a partir de condições de turbulência com $0,6 < u^* < 0,09 \text{ m s}^{-1}$. O intervalo de classe de baixa turbulência ($0-0,09 \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$) apresentou uma frequência de 14% e 17%, nas estações úmida e seca, respectivamente. Na estação úmida houve uma frequência de 24,98% em intervalos de classes entre 0 a $0,4 \text{ m s}^{-1}$. A partir de $0,4 \text{ m s}^{-1}$ houve o decréscimo do NEE médio noturno durante a estação úmida e uma estabilização do NEE em $6,72 \mu\text{mol m}^2\text{s}^{-1}$ em condições de turbulência com $u^* > 0,95 \text{ m s}^{-1}$, isto também ocorreu na estação seca a partir de $0,9 \text{ m s}^{-1}$. O valor de velocidade de fricção do ar (u^*) que produz valores de fluxos de CO_2 consistentes não é universal, estudos mostraram que para diferentes fisionomias florestais o u^* pode variar de 0 a $0,6 \text{ m s}^{-1}$ (BALDOCCHI, 2003; MASSMAN & LEE 2002). Desta forma, 49,44% dos dados de NEE noturno podem ter sido subestimados em decorrência das limitações do método de covariância de vórtices turbulentos em condições de fraca turbulência.

CONCLUSÕES: Os valores de velocidade de fricção (u^*) de $0,4 \text{ m s}^{-1}$ e $0,6 \text{ m s}^{-1}$ nas estações úmida e seca, respectivamente, estão de acordo com estudos realizados em ecossistemas de florestas tropicais e podem ser utilizados como indicadores para correções que impliquem na minimização de erros nas estimativa de NEE. A atmosfera apresentou condições de baixa turbulência em 50,54% das noites com velocidades de fricção entre 0 e $0,09 \text{ m s}^{-1}$. Os valores de NEE foram sensíveis e apresentaram decréscimo em condições de

baixa turbulência durante o ano, principalmente, na estação úmida em que 25,93% dos dados de u^* apresentaram valores entre 0 a $0,09 \text{ m s}^{-1}$.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

AGUIAR, R. G.; **Fluxos de massa e energia em uma floresta tropical no sudoeste da Amazônia**. Cuiabá, MT: UFMT, 2005. 59 f. Dissertação (Mestrado em Física e Meio Ambiente) – Universidade de Mato Grosso, Cuiabá.

BALDOCCHI, D. D. Assessing the eddy covariance technique for evaluating carbon dioxide exchange rates of ecosystems: past, present and future. **Global Change Biology**. v. 9, p. 479-492, 2003.

GRACE, J.; LLOYD, J.; MCINTYRE, J.; MIRANDA, A.; MEIR, P.; MIRANDA, H.; MONCRIEFF, J.; MASSHEDER, J.; WRIGHT, I.; GASH, J. Fluxes of carbon dioxide and water vapour over an undisturbed tropical Forest in south-west Amazonia. **Global Change Biology**. v.1, p. 1-12, 1995.

MASSMAN, W. J.; LEE, X. Eddy covariance flux corrections and uncertainties in long term studies of carbon and energy exchanges. **Agricultural and Forest Meteorology**. V. 113, p.121-144, 2002.

KRUIJT, B.; ELBERS, J. A.; VON RANDOW, C.; ARAÚJO, A. C.; OLIVEIRA, P. J.; CULF, A.; MANZI, A. O.; NOBRE, A. D.; KABAT, P.; MOORS, E. J. The robustness of eddy correlation fluxes for Amazon rain Forest conditions. **Ecological Applications**. v.14, p.101-113, 2004.

SANCHES, L.; VALENTINI, C. M. A.; PINTO-JÚNIOR, O. B.; NOGUEIRA, J. de S.; VOURLITIS, G. L.; BIUDES, M. S.; SILVA, C. J.; BAMBI, P.; LOBO, F. de A. (2008) Seasonal and interannual litter dynamics of a tropical semideciduous forest of the southern Amazon Basin, Brazil. **Journal of Geophysical Research** 113(2008) G04007, doi:10.1029/2007JG000593.

VOURLITIS, G. L.; PRIANTE FILHO, N.; HAYASHI, M. S.; NOGUEIRA, J. S. CASEIRO, F. T.; CAMPHELLO JR, J. H. Seasonal variations in the net ecosystem CO_2 exchange of a mature Amazonian tropical forest (cerradão). **Functional Ecology**. v. 15, p. 388-395, 2001.