

MODELAGEM DE TROCA LÍQUIDA DE CARBONO NO ECOSISTEMA PELO 'SOFTWARE SITE'® EM FLORESTA DE TRANSIÇÃO AMAZÔNIA – CERRADO

PINHEIRO, M. ¹; VILANI, M. T. ²; ALVES, L. S. ³; ANDRADE, N. L. R. ⁴; ALVES, M. C. ⁵; COSTA, M. H. ⁶; ARRUDA, J. C. ⁷; ALMEIRA FILHO, E. O ⁷

¹ Física, Doutoranda, Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental. Universidade Federal de Mato Grosso, UFMT, Cuiabá - MT. Av. Fernando Corrêa da Costa, s/n, Bloco F, Sala 212. CEP 78960-900, Brasil. Telefone (+55) 65 3615 8739. marielepinheiro@gmail.br.

² Matemática, Doutoranda, Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental. Universidade Federal de Mato Grosso, UFMT, Cuiabá - MT.

³ Eng^a Sanitarista, Prof^a. Doutora, Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental, Depto. de Engenharia Sanitária, UFMT, Cuiabá - MT.

⁴ Eng^a Sanitarista, Doutoranda, Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental. Universidade Federal de Mato Grosso, UFMT, Cuiabá -

⁵ Agrônomo, Prof^o. Doutor, Programa de Pós-Graduação em Agricultura Tropical. Universidade Federal de Mato Grosso, UFMT, Cuiabá - MT.

⁶ Engenheiro Agrícola, Doutor. Programa de Pós-Graduação em meteorologia Agrícola. Universidade Federal de Viçosa, UFV, Viçosa-MG.

⁷ Físico, Doutorando, Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental, 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: Compreender o funcionamento dos ecossistemas em floresta Amazônica e sua resposta a mudança do clima é de grande importância para a modelagem do ecossistema e do futuro equilíbrio global de carbono. Neste contexto, o presente trabalho analisa a troca líquida de CO₂ no ecossistema (NEE), por meio de medições em campo e modelagem pelo SITE em uma floresta de Transição Amazônia-Cerrado, localizada a aproximadamente 60 km da cidade de Sinop. Medições contínuas de fluxos e estoque de carbono foram realizadas por sensores instalados em uma torre metálica de 42 m de altura. A NEE apresentou sazonalidade, aumentando durante a estação úmida, e no ciclo noturno. A troca líquida de CO₂ apresentou sazonalidade, com maior fluxo na estação úmida e no ciclo noturno. Houve correlação mais significativa entre os dados observados e simulados de NEE na estação úmida. O modelo SITE estimou de forma satisfatória a troca líquida de CO₂ no ecossistema (NEE) em floresta de transição.

PALAVRAS-CHAVE: modelagem de ecossistema, fluxo de CO₂, floresta tropical.

MODELING NET EXCHANGE OF CO₂ ECOSYSTEM BY SITE SOFTWARE® IN THE TRANSITIONAL FOREST AMAZONIAN CERRADO

ABSTRACT: Understanding ecosystem functioning in the Amazon Forest and its response to climate change is of major importance for ecosystem modeling and global carbon balance future. Thus, this study analysed the net exchange of CO₂ in ecosystem (NEE) by field measurements and modeling at a transitional forest Amazon-Cerrado located at 60 km of Sinop municipal district, Mato Grosso, Brazil. Continuous measurements of carbon stocks and fluxes were made in a tower of 42 m height. The NEE varied seasonality, increasing in the wet season and night cycle. There was higher significant correlation between observed and simulated data of NEE in the wet season. The SITE model enabled to estimate the net exchange of CO₂ in the ecosystem (NEE) for transitional forest with satisfactory performance when compared to observed data.

KEYWORDS: ecosystem modeling, CO₂ flux, tropical forest.

INTRODUÇÃO: O dióxido de carbono (CO_2) é de grande importância na absorção de radiação infravermelha, afetando o balanço radiativo da atmosfera e da superfície terrestre. O estudo do CO_2 é necessário para compreender o fenômeno natural, efeito estufa, que segundo o IPCC (Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas) (2008) devido à ação antrópica aumenta gradativamente. Essa ação antrópica que vem ocorrendo no norte do Mato Grosso devido a conversão de floresta em áreas de manejo e pastagens tem importantes implicações nas mudanças do uso do solo, e conseqüentemente na alteração do clima, hidrologia o que implica numa potencial alteração do NEE. Pesquisas baseadas em modelagem do clima vêm sendo realizadas simulando processos de massa e energia entre o solo, a vegetação e a atmosfera, entretanto, em diversas situações constituem uma abstração da realidade e envolvem milhares de variáveis. A complexidade da interpretação destes modelos exige a comparação dos dados medidos em campo com os simulados, visando ajustar os parâmetros do modelo para melhorar sua performance na representação dos modelos melhorando os modelos em áreas de estudo específicas. Neste contexto, o presente trabalho analisa a troca líquida de CO_2 (NEE) medidos em campo e simulados pelo modelo *Simple Tropical Ecosystem Model* (SITE), para as estações seca e úmida de uma floresta de transição Amazônia Cerrado em 2002.

MATERIAIS E MÉTODOS: O estudo foi realizado em uma área pertencente à Fazenda Maracaí, com cerca de 20 km^2 , localizada na Região Centro-Oeste (Brasil), a aproximadamente 50 km a noroeste de Sinop, Mato Grosso, Brasil ($11^\circ 24,75'S$; $55^\circ 19,50'O$), aproximadamente 500 km de Cuiabá, em uma floresta considerada de transição Amazônia Cerrado. Os valores medidos do fluxo de dióxido de Carbono no dossel foram determinados usando o método de correlação de vórtices turbulentos com sensores instalados a uma altura de 12-14 m acima do topo da floresta. O sistema estava constituído por um anemômetro sônico tridimensional (CSAT-3, Campbell Scientific, Inc., Logan, UT, USA), e um analisador de gás infravermelho de caminho aberto (LI-7500, LI-COR, Inc. Lincoln, NE, E.U.A.), e foram também utilizados para medir a média e quantidades flutuantes de velocidade do vento, temperatura, vapor d'água. A troca líquida de CO_2 no dossel foi estimada pela equação $F_t + E_d$, em que, F_t é o fluxo medido no topo da torre pelo sistema de correlação de vórtices turbulentos e E_d o estoque de carbono no dossel (VOURLITIS et al., 2001; GALLON et al., 2006). Foram coletados dados durante 24 h e armazenados com médias de 30 minutos durante o ano de 2002. Para análise do NEE foram selecionadas as estações seca (junho a agosto) e úmida (dezembro e janeiro). Por convenção adotou-se valores positivos a liberação e negativo para o seqüestro de carbono. Para estimativa do NEE por meio de modelagem foi utilizado o modelo simplificado de dinâmica de vegetação de ecossistema tropical pontual - SITE (em inglês, Simple Tropical Ecosystem Model, versão atual 1.1-0d), desenvolvido por SANTOS e COSTA (2004), disponível no endereço eletrônico: <http://madeira.dea.ufv.br> (último acesso: 14 de abril). É um modelo pontual, que usa um intervalo de integração (dt) de uma hora, representando um ponto de terreno totalmente coberto por uma floresta tropical perene de folhas largas.

RESULTADOS E DISCUSSÕES: A precipitação média anual foi 1861 mm, com estações seca e úmida definidas, e alta densidade pluviométrica ~361mm entre janeiro e fevereiro. A temperatura média anual na área foi 27,3 °C, com menores temperaturas na estação seca (junho a setembro) e maiores na estação úmida (outubro a dezembro) (Fig.1) em 2002.

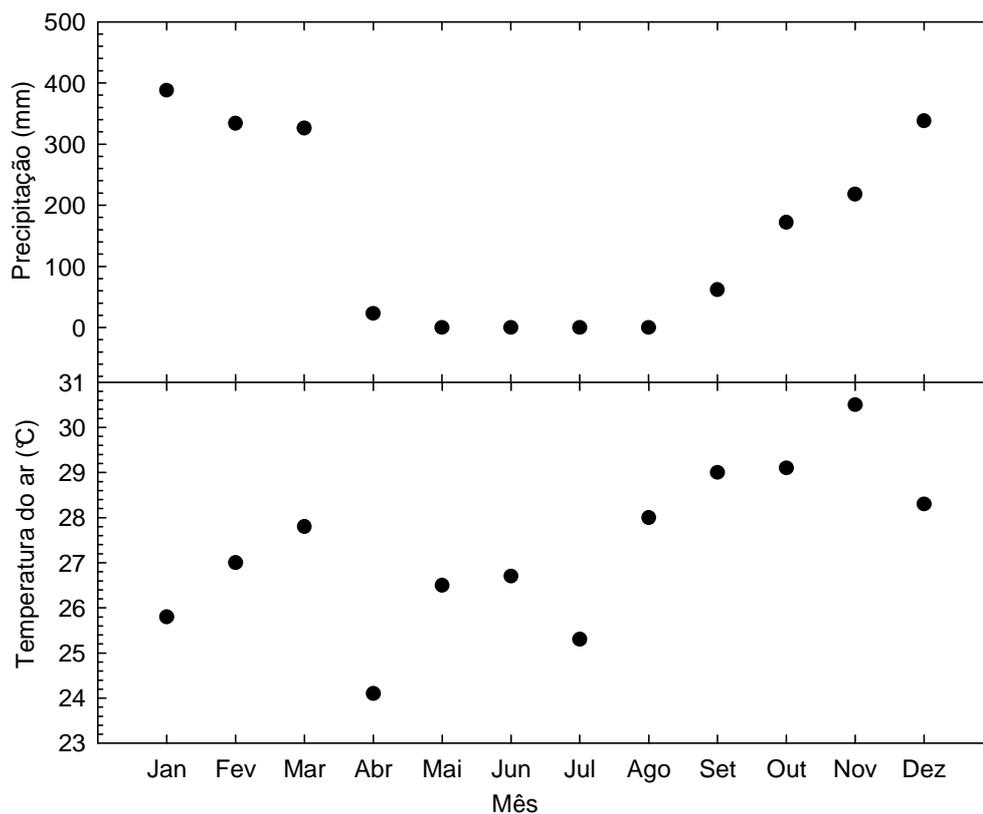


Figura 1. Precipitação mensal e média da temperatura do ar em floresta de transição Amazônia Cerrado em 2002.

O NEE estimado por medições de campo na estação úmida foi $+1,64 \text{ kgC ha}^{-1} \text{ hora}^{-1}$ (entre 18 às 8h) , e $-5,07 \text{ kgC ha}^{-1} \text{ hora}^{-1}$ (das 9 às 17h) e durante a estação seca foi $+0,088 \text{ kgC ha}^{-1} \text{ hora}^{-1}$ (entre 18 às 8h) e $-2,25 \text{ kgC ha}^{-1} \text{ hora}^{-1}$ (das 9 às 17h). O balanço médio de carbono para as duas estações foi $-0,74 \text{ kgC ha}^{-1} \text{ hora}^{-1}$, indicando um seqüestro de CO_2 para atmosfera.

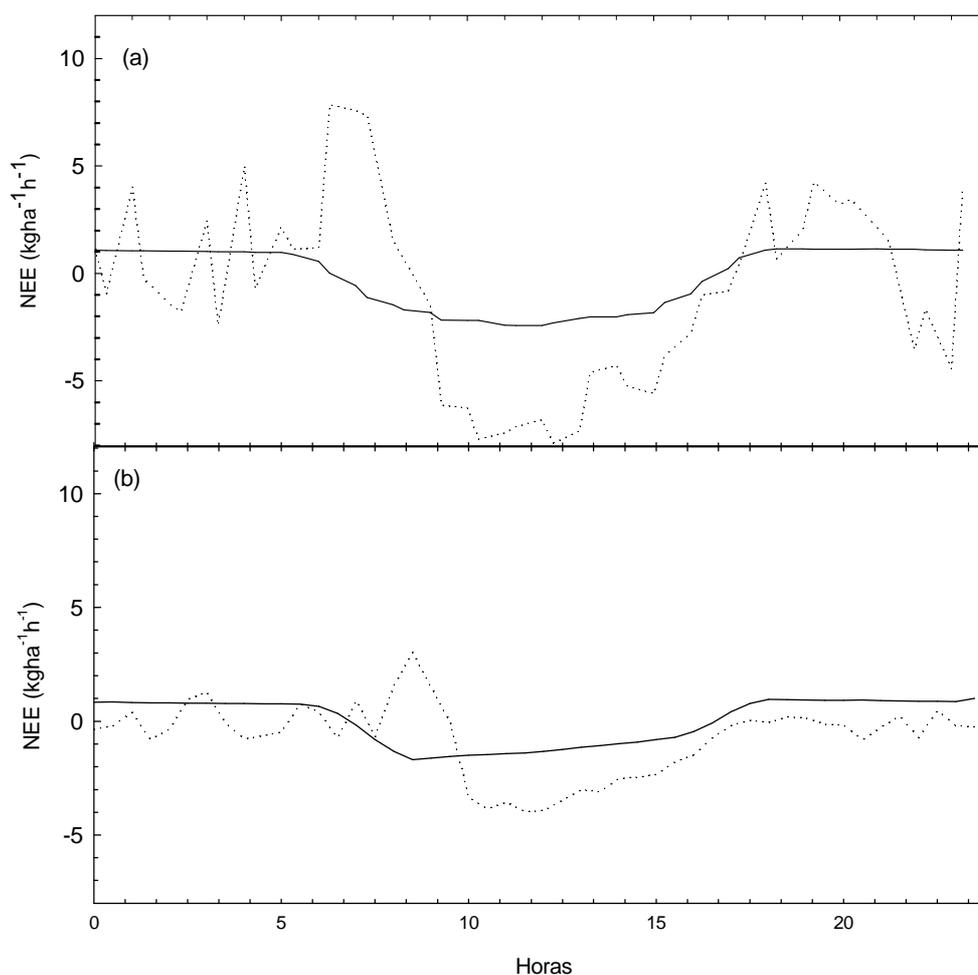


Figura 2. Dia médio da troca líquida de carbono observado (linha tracejada) e simulado (linha contínua) nas estações (a) úmida e (b) seca.

Para a validação da NEE simulado pelo SITE, ajustou-se os parâmetros fração de umidade no solo ($Thetag/Thetad$) de 0,36 e 0,165, nas estações úmida e seca, respectivamente. A validação dos dados de NEE simulados para as estações úmida e seca em 2002 incluiu análise estatística, como regressão linear que determina a interceptação da reta (γ), o coeficiente de correlação (ρ), o coeficiente angular da reta de regressão (α) e da raiz do erro quadrado médio ($RMSE$) apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Interceptação da reta (γ), o coeficiente de correlação (ρ), o coeficiente angular da reta de regressão (α) e da raiz do erro quadrado médio ($RMSE$) do NEE observado vs simulado nas estações úmida e seca.

Estações	Estatística			
	γ	ρ	α	$RMSE$
Úmida	- 0,038	0,659	0,213	1,091
Seca	- 1,709	0,529	2,077	3,387

Com os parâmetros calibrados para a estação seca, os coeficientes ρ e α entre os dados observados e simulados para o NEE apresentam uma melhora considerável no coeficiente α , e um melhor ajuste para os valores acumulados para todo o período de simulação. A melhor

correlação entre o NEE simulado e observado foi durante a estação úmida, em que o erro quadrado médio *RMSE* foi relativamente baixo.

CONCLUSÕES: A troca líquida de CO₂ apresentou sazonalidade, tendo maior fluxo no dossel da floresta de transição Amazônia Cerrado na estação úmida que na estação seca, e maior no ciclo noturno que diurno. Houve correlação mais significativa entre os dados observados e simulados de NEE na estação úmida. O modelo SITE estimou de forma satisfatória a troca líquida de CO₂ no ecossistema (NEE).

REFERÊNCIAS:

- GALLON, M. M. P.; SANCHES, L.; PAULO, S. R. de. Fluxo e perfil de dióxido de carbono no dossel de uma floresta tropical de transição amazônica. **Revista Brasileira de Meteorologia**. v. 21, n. 3b, p. 79-88, 2006.
- IPCC Climate Change 2007 - **Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change** Editors Pachauri, R.K. and Reisinger, A. IPCC, Geneva, Switzerland. pp 104. 2007
- SANTOS, S. N. M. e COSTA, M. H. A simple tropical ecosystem model of carbon, water and energy fluxes. **Ecological Modelling**, n. 176, p. 291-312, 2004.
- VOURLITIS, G. L.; PRIANTE FILHO, N.; HAYASHI, M. M. S.; NOGUEIRA, J. S.; CASEIRO, F. T.; CAMPELO JR, J. H. – **Seasonal variations in the net ecosystem CO₂ exchange of a mature Amazonian transitional tropical forest**. *Funcional Ecology*, 15, 388 – 395, 2001