

MONITORAMENTO DOS FLUXOS DE CARBONO E VAPOR D'ÁGUA EM CAATINGA PRESERVADA NO SEMIÁRIDO DA PARAÍBA

**IGOR REVELLES GOMES LUNA^{1*}; ULISSES SOARES VITORIANO¹; MACIEL ROCHA DA SILVA¹;
FRANCISCO BORJA RUIZ REVERTER²**

¹Graduando em agronomia, Centro de Ciências Agrárias (UFPB), Areia-PB, revellesigor@yahoo.com.br; ulisessoares20@hotmail.com; macielr87@gmail.com

²Professor adjunto II, Departamento de Ciências Fundamentais e Sociais, Centro de Ciências Agrárias (UFPB), Areia-PB, borja@cca.ufpb.br

Apresentado no
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC'2016
29 de agosto a 1 de setembro de 2016 – Foz do Iguaçu, Brasil

RESUMO: Este trabalho apresenta dados preliminares sobre o comportamento temporal do fluxo de carbono e o fluxo de vapor de água em um ecossistema semiárido de Caatinga preservada medidos mediante a técnica de *eddy covariance* durante o ano de 2013. Também, a partir de um modelo semi-empírico foram estimadas as componentes do fluxo de carbono, i. e., a respiração do ecossistema e a produção primária bruta de carbono pelo ecossistema. Observou-se que o ecossistema semiárido de Caatinga se comporta tipicamente como outros ecossistemas semiáridos em outras regiões do mundo. Ou seja, o ecossistema estudado segue um claro padrão sazonal durante o qual tanto o vapor de água liberado quanto o carbono seqüestrado são máximos durante os meses de inverno e mínimos durante os meses estivais devido provavelmente à escassez de recursos hídricos no solo.

PALAVRAS-CHAVE: fluxo de carbono, fluxo de vapor de água, eddy covariance, semiárido, caatinga.

MONITORING CARBON AND WATER VAPOR FLOW OF A PRESERVED CAATINGA IN THE SEMIARID OF PARAIBA

ABSTRACT: This work presents preliminary data on the temporal behavior of carbon and water vapor flow in a preserved Caatinga semiarid ecosystem measured by *eddy covariance* technique during the year of 2013. Also, from a semi-empirical model were estimated carbon flow components, i. e., ecosystem breathing and gross primary production of carbon by the ecosystem. It was observed that the semi-arid Caatinga ecosystem typically behaves like others semi-arid ecosystems in other regions of the world. Therefore, the studied ecosystem follows a clear seasonal pattern where both the water vapor released as the sequestered carbon is maximum during the winter months and minimum during the summer months probably due to the scarcity of water resources in the ground.

KEYWORDS: carbon flow, water vapor flow, eddy covariance, semiarid, Caatinga

INTRODUÇÃO

Devido às atividades antrópicas como a queima de combustíveis fósseis e devido à diminuição da área dos sumidouros terrestres, a concentração de gases na atmosfera que provocam o chamado efeito estufa não tem parado de aumentar desde a Revolução Industrial (Keeling and Whorf, 1999; Cox, 2000; Spahni et al., 2005).

Com o objetivo de controlar as emissões de efeito estufa, torna-se fundamental investigar as trocas de energia e massa dos ecossistemas terrestres, pois isso permitirá o arregimento de conhecimento suficiente para melhor compreender os mecanismos que controlam esses ciclos. No Brasil, a dinâmica do CO₂ tem sido estudada em vários ecossistemas a exemplo do cerrado (Santos et al., 2004), cerradão e principalmente a floresta amazônica (Fan et al., 1990; Saleska et al., 2003; Doughy et al., 2006). Por outro lado, no ecossistema Caatinga, típico do Semiárido do Nordeste do Brasil, estudos dessa natureza ainda não foram realizados com a devida atenção, mesmo que a

Caatinga desempenhe um papel importante na manutenção do processo macroecológico regional, bem como, indiretamente no suporte as regiões com maior diversidade e endemismo.

Diante desse contexto, este trabalho tem por objetivo monitorar e analisar os fluxos de vapor de água e CO₂ em áreas de Caatinga preservada no Cariri do estado da Paraíba, utilizando técnicas micrometeorológicas, como a técnica de redemoinhos turbulentos ou *eddy covariance* (Baldocchi, 2001; Baldocchi, 2003).

MATERIAL E MÉTODOS

A estação experimental do Instituto Nacional do Semiárido (INSA) está equipada com um sistema IRGA (LI-7500 *open-path*, LI-COR Biosciences, Lincoln, NE, EUA), que registra a densidade de CO₂ e H₂O a uma frequência de 20Hz. Também, são registrados a direção e velocidade do vento e a temperatura sônica mediante um anemômetro sônico (CSAT-3, Campbell Scientific, Logan, UT, EUA) à mesma frequência. Os dados são armazenados mediante um *datalogger* modelo CR3000 (Campbell Scientific, Logan, UT, EUA). Esses dados são armazenados a uma taxa de aproximadamente 2 Gb por mês e posteriormente devem ser extraídos e analisados. Esses dados são chamados dados brutos (*raw data*), os quais não são ainda os fluxos finais de CO₂ e vapor de água. Para obter tais fluxos finais, são calculadas as covariâncias temporais de meia hora sincronizadamente entre dados brutos de concentração e de velocidade do vento.

Após o cálculo das covariâncias, elas devem ser corrigidas pelo fato de que o IRGA mede densidades de CO₂ e H₂O ao invés de concentrações (Webb, 1980) para poder obter fluxos de CO₂ e H₂O. Finalmente as lacunas de dados foram preenchidas segundo uma técnica de *gap-filling* (Reichstein et al., 2005), a partir da qual podemos estimar as componentes do fluxo de carbono.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A figura 1 mostra o comportamento do fluxo de vapor de água trocado entre o ecossistema e o ambiente. Ao longo de eixo horizontal, observam-se diferenças a escala diária. Durante a noite não existe força radiativa e, portanto, não há energia disponível para a evaporação. Já, durante as horas do dia, acontece uma perda de água do ecossistema para a atmosfera. Esta perda de água é ostensivamente maior durante os meses de inverno a pesar de haver temperaturas mais baixas e níveis mais baixos de radiação. A maior perda de água durante estes meses provavelmente seja devida à maior quantidade disponível de água para evaporar.

Figura 1. Comportamento temporal do fluxo de vapor de água durante o ano de 2013.

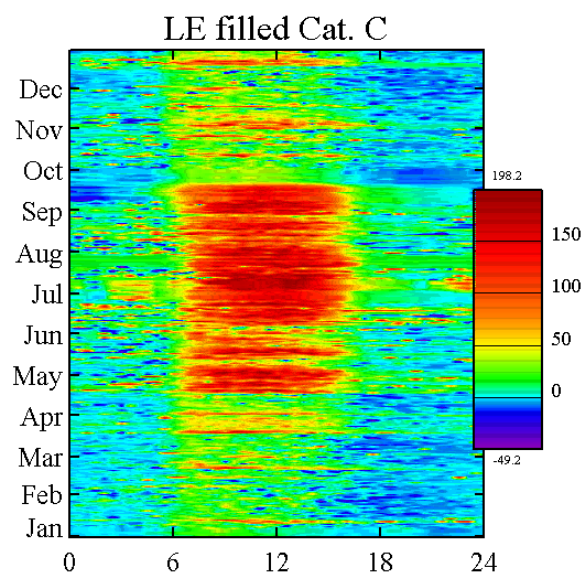
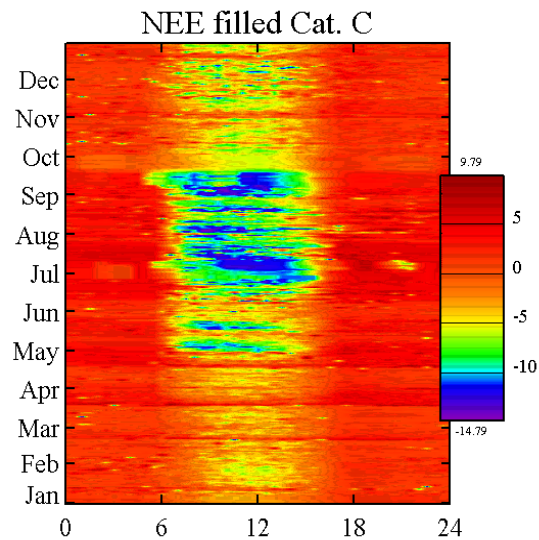


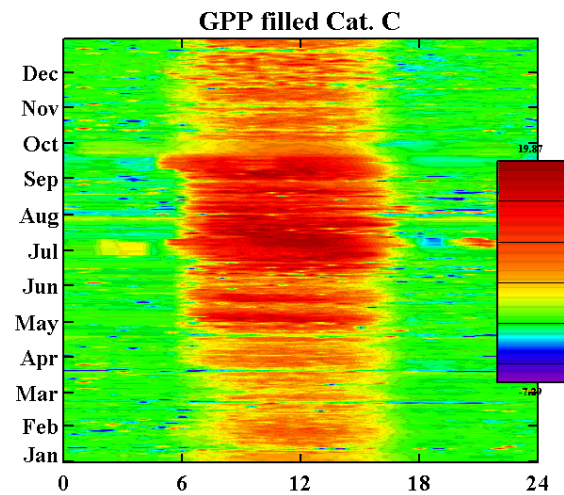
Figura 2. Comportamento temporal do fluxo de carbono durante o ano de 2013.



Created 30/03/2016 15:38:22.000 (online GF/FP tool)

Na Figura 2 se mostra o comportamento do fluxo de carbono durante todo o ano de 2013. Em primeiro lugar, ao longo do eixo horizontal, observa-se um padrão típico diurno, no qual o fluxo de carbono é positivo durante a noite, indicando que o ecossistema está liberando carbono, e negativo durante o dia, indicando que o ecossistema está sequestrando carbono para realizar a fotossíntese. Em segundo lugar, ao longo de eixo vertical observa-se como o fluxo de carbono é mais negativo durante os meses de inverno e torna-se praticamente zero durante os meses estivais, o qual provavelmente seja devido à falta de disponibilidade de água no solo.

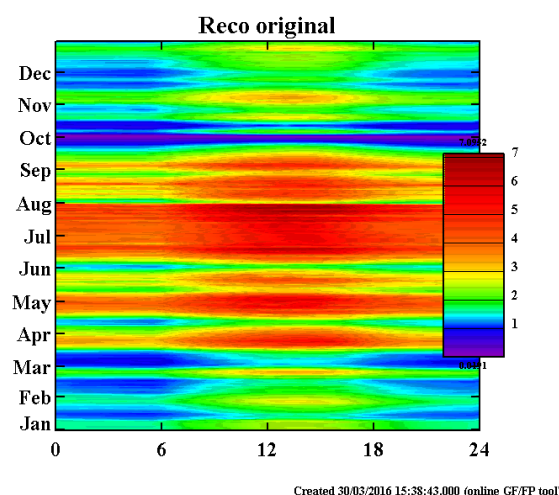
Figura 3. Comportamento temporal da fixação do carbono pelo ecossistema durante o ano de 2013.



Created 30/03/2016 15:38:43.000 (online GF/FP tool)

A fixação de carbono pelo ecossistema (Figura 3) segue um padrão parecido. Observa-se como ao longo do dia a vegetação sequestra carbono enquanto há radiação solar e o sequestro é nulo durante a noite. Por outro lado, em sintonia com o gráfico anterior observa-se uma fixação maior de carbono durante os meses de inverno.

Figura 4. Comportamento temporal da liberação (respiração) do carbono pelo ecossistema durante o ano de 2013.



Finalmente, a liberação de carbono como produto da respiração (Figura 4) segue igualmente um padrão diurno e sazonal, pois a respiração é altamente dependente com a temperatura e a umidade. Durante o dia a respiração tende a ser maior devido a uma maior temperatura ambiente. Já durante o inverno, a pesar de haver uma pequena queda nas temperaturas, a respiração, porém tende a aumentar devido a uma maior disponibilidade de água no solo.

CONCLUSÃO

Concluimos que o ecossistema semiárido de Caatinga se comporta tipicamente como outros ecossistemas semiáridos em outras regiões do mundo. Ou seja, o ecossistema estudado segue um claro padrão sazonal durante o qual tanto o vapor de água liberado quanto o carbono sequestrado são máximos durante os meses de inverno e mínimos durante os meses estivais devido provavelmente à escassez de recursos hídricos no solo.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Instituto Nacional do Semiárido (INSA) por ter concedidos os dados. Também agradecemos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de pesquisa ao primeiro autor.

REFERÊNCIAS

- Baldocchi, D., Falge, E., Gu, L., Olson, R., Hollinger, D., Running, S., Anthoni, P., Bernhofer, C., Davis, K., Evans, R., Fuentes, J., Goldstein, A., Katul, G., Law, B., Lee, X., Malhi, Y., Meyers, T., Munger, W., Oechel, W., Paw, K.T., Pilegaard, K., Schmid, H.P., Valentini, R., Verma, S., Vesala, T., Wilson, K. and Wofsy, S., FLUXNET: A new tool to study the temporal and spatial variability of ecosystem-scale carbon dioxide, water vapor, and energy flux densities. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 82: 2415-2434, 2001.
- Baldocchi, D.D., Assessing the eddy covariance technique for evaluating carbon dioxide exchange rates of ecosystems: past, present and future. *Global Change Biology*, 9: 479-492, 2003.
- Cox, P.M., Betts, R.A., Jones, C.D., Spall, S.A. and Totterdell, I.J., Acceleration of global warming due to carbon-cycle feedbacks in a coupled climate model. *Nature*, 408: 184-187. 2000.
- Doughy, C. E.; Goulden, M. L.; Miller, S. D.; da Rocha, H. R. Circadian rhythms constrain leaf and canopy gas exchange in an Amazonian forest. *Geophysical Research Letters*, v. 33, n., p.L15404 doi:10.1029/2006GL026750, 2006.
- Fan, S.-M.; Wofsy, S. C.; Bakwin, P. S.; Jacob, D. J.; Fitzjarrald, D. R. Atmosphere-biosphere exchange of CO₂ and O₃ in the central Amazon forest. *Journal of Geophysical Research*, v. 95, n., p.16851-16864, 1990.
- Keeling, C.D. and Whorf, T.P. Atmospheric CO₂ records from sites in the SIO air sampling network. In *Trends: A Compendium of Data on Global Change, Carbon Dioxide Information Analysis Center, Oak Ridge National Laboratory: Oak Ridge, Tenn., U.S.A.* 1999.

- Reichstein, M.; Falge, E.; Baldocchi, D.D.; Papale, D.; Aubinet, M.; Berbigier, P.; Bernhofer, C.; Buchmann, N.; Gilmanov, T.G.; Granier, A.; Grünwald, T.; Havrankova, K.; Ilvesniemi, H.; Knohl, A.; Laurila, T.; Lohila, A.; Loustau, D.; Matteucci, G.; Meyers, T.; Miglietta, F.; Ourcival, J.M.; Pumpane, J.; Rambal, S.; Rotenberg, E.; Sanz, M.; Tenhunen, J.; Seufert, G.; Vaccari, F.; Vesala, T.; Yakir, D.; Valentini, R. On the separation of net ecosystem exchange into assimilation and ecosystem respiration: review and improved algorithm. *Global Change Biology*, 11, 1-16. 2005.
- Saleska, S. R.; Miller, S. D.; Matross, D. M.; Goulden, M. L.; Wofsy, S. C.; Da Rocha, H. R.; Camargo, P. B.; Crill, P.; Daube, B. C.; Freitas, H. C.; Hutyra, L.; Keller, M.; Kirchhoff, V.; Menton, M.; Munger, J. W.; Pyle, E. H.; Rice, A. H.; Silva, H. Carbon in Amazon forest: Unexpected seasonal fluxes and disturbance-induced losses. *Science*, v. 302, n., p.1554-1557, 2003.
- Santos, A. J. B.; Quesada, C. A.; Da Silva, G. T.; Maia, J. F.; Miranda, H. S.; Miranda, A. C.; Lloyd, J. High rates of net ecosystem carbon assimilation by Brachiaria pasture in the Brazilian Cerrado. *Global Change Biology*, v. 10, n., p.877-885, 2004.
- Spahni, R., Chappellaz, J., Stocker, T.F., Loulergue, L., Hausammann, G., Kawamura, K., Flückiger, J., Schwander, J., Raynaud, D., Masson-Delmotte, V. and Jouzel, J. Atmospheric Methane and Nitrous Oxide of the Late Pleistocene from Antarctic Ice Cores. *Science*, 310: 1317-1321. 2005.
- Webb, E.K., Pearman, G.I. and Leuning, R. Correction of flux measurements for density effects due to heat and water vapour transfer. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 106: 85-100. 1980.