

# TROCAS LÍQUIDAS DE CARBONO USANDO O MÉTODO DA COVARIÂNCIA DE VÓRTICES EM UMA FLORESTA DE ARAUCÁRIA NO SUL DO BRASIL

**Pablo E. S. Oliveira<sup>1</sup>, Osvaldo L. L. Moraes<sup>2</sup>, Debora R. Roberti<sup>2</sup>, Otávio C. Acevedo<sup>2</sup>**

1 Meteorologista, Departamento de Física, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria – RS, Fone 55 33012033, pablo@ufsm.br

2 Professor Adjunto, Departamento de Física, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria – RS

Apresentado no XVII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 18 a 21 de Julho de 2011 – SESC Centro de Turismo de Guarapari, Guarapari - ES.

## RESUMO:

Neste trabalho, são apresentadas as estimativas diárias da troca líquida de carbono do ecossistema (Net Ecosystem Exchange - NEE) feitas em uma torre micrometeorológica em uma Floresta de Araucária no sul do Brasil, calculadas através do método da covariância de vórtices (eddy covariance), para o período compreendido entre 27 de janeiro e 22 de outubro de 2010. Fluxos foram calculados para períodos de 30 minutos e integrados ao longo do dia, sendo apresentadas as médias diárias do NEE. São apresentadas também as médias diárias da temperatura e radiação global para o mesmo período. Períodos com falhas foram preenchidos através de técnicas de “gap filling”.

**Palavras-chave:** Covariância de vórtices; Trocas líquidas de carbono, Sulflux.

**Abstract:** In this work, we present the net ecosystem exchange estimates from a micrometeorological tower at an Araucaria Forest, in southern Brazil, computed by the eddy covariance method. A total of nine months were used. The carbon dioxide fluxes were calculated over 30 minutes period and analyzed in terms of their daily variability. Daily means of air temperature and global radiation are also presented. Gap filling methods were performed when it was necessary.

**Keywords:** Eddy covariance, Net ecosystem exchange, Sulflux.

## 1. INTRODUÇÃO

A queima de combustíveis fósseis associado ao constante desmatamento e queima de biomas terrestres, principalmente as áreas florestais, tem causado um aumento gradual nas concentrações de CO<sub>2</sub> atmosférico. Com o crescente aumento deste e de outros gases de efeito estufa na atmosfera, busca-se cada vez mais entender como os processos de interação entre a biosfera e a atmosfera terrestre ocorrem, sendo o papel das florestas de fundamental importância, já que estas podem atuar tanto como fonte quanto como sumidouro do dióxido de carbono da atmosfera. O método mais comumente usado nos últimos anos para as estimativas das trocas de gases e energia entre a superfície e a atmosfera é o da covariância de vórtices. Isto se deve ao fato de que ela permite realizar medidas de longo prazo do fluxo de gases utilizando medidas de alta frequência da velocidade vertical do vento e da concentração do gás, feita acima do dossel das plantas, provendo diretamente estimativas das trocas líquidas do ecossistema (Net ecosystem exchange – NEE) (Baldocchi, 2003). O NEE é o resultado da

diferença entre a assimilação de CO<sub>2</sub> pelo processo de fotossíntese e a emissão por respiração autotrófica e heterotrófica. Neste trabalho, este método foi utilizado para estimar o fluxo de CO<sub>2</sub> de um total de 9 meses de dados de alta frequência obtidos em uma Floresta de Araucária, pertencentes ao projeto Sulflux, analisando a variabilidade diária e sazonal dos fluxos. Os fluxos foram calculados utilizando-se períodos de meia hora, e médias diárias destes fluxos foram feitas. Períodos com falhas de dados foram preenchidos utilizando-se técnicas de “gap filling” propostos por Falge et al. (2001, 2002) e Lasslop et al. (2010).

## 2. DADOS E METODOLOGIA

Os dados meteorológicos e das trocas líquidas de carbono entre o ecossistema e a atmosfera foram feitas em uma torre micrometeorológica de 32 m de altura do Laboratório de Micrometeorologia da Universidade Federal de Santa Maria (L<sub>μ</sub>met-UFSM), através do projeto sulflux ([www.ufsm.br/sulflux](http://www.ufsm.br/sulflux)), numa região de floresta de araucária, no município de São João do Triunfo, estado do Paraná. A área na qual a torre foi instalada é de aproximadamente 32 ha, onde a vegetação caracteriza-se como um fragmento de Floresta Ombrófila Mista ou Floresta com Araucária, tendo como espécies predominantes o pinheiro-do-paraná (*Araucaria angustifolia*) juntamente com diversas espécies folhosas, como a imbuia (*Ocotea porosa*), erva-mate (*Ilex paraguariensis*), canelas (*Lauraceae*), membros da família *Myrtaceae*, entre outras. Apesar de ter sofrido intervenções antrópicas no passado, mantém a estrutura e composição florística típicas de florestas pouco alteradas. Segundo Durigan (1999), pela classificação climática de Köppen, a região enquadra-se no tipo Cfb, com temperatura média do mês mais frio abaixo de 18° C, verões frescos, temperatura média do mês mais quente abaixo de 22° C e sem estação seca definida. Durigan também observou a presença de vários tipos de solos, entre eles o Latossolo Vermelho-escuro, Latossolo Vermelho-Amarelo, Podzólico Vermelho-Amarelo e Cambissolo.

Na torre micrometeorológica estão instalados os seguintes sensores: em 11 e 31 m de altura, com uma frequência de 10 Hz, o CSAT3 (Campbell Scientific), medindo as componentes do vento e temperatura do ar, e o LI-7500 Open Path CO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>O Analyser (LI-COR), medindo as concentrações de vapor d'água e CO<sub>2</sub>, assim como a pressão; no nível de 29 m, a taxa de uma medida por minuto, o HMP45C Temperature and Relative Humidity Probe (Campbell Scientific), medindo temperatura e umidade relativa do ar.

Para minimizar os efeitos de topografia, foi feita a rotação de coordenadas proposta por Kaimal (1994), e foram efetuadas correções nos fluxos de CO<sub>2</sub> por variações de densidade do ar devido aos fluxos de calor sensível e latente, comumente conhecida como correção Webb (Webb, 1980).

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

As médias diárias da temperatura do ar e da radiação global ( $R_g$ ) para o período de 27 de janeiro a 22 de outubro de 2010, em um sítio experimental de floresta de araucária, são apresentadas na Figura 1. As temperaturas médias diárias variaram entre o inverno e o verão em aproximadamente 20° C. A valores máximos da média diária de  $R_g$  no verão foram superiores a 300 W/m<sup>2</sup>, e no inverno esses valores foram quase 150 W/m<sup>2</sup> menores.

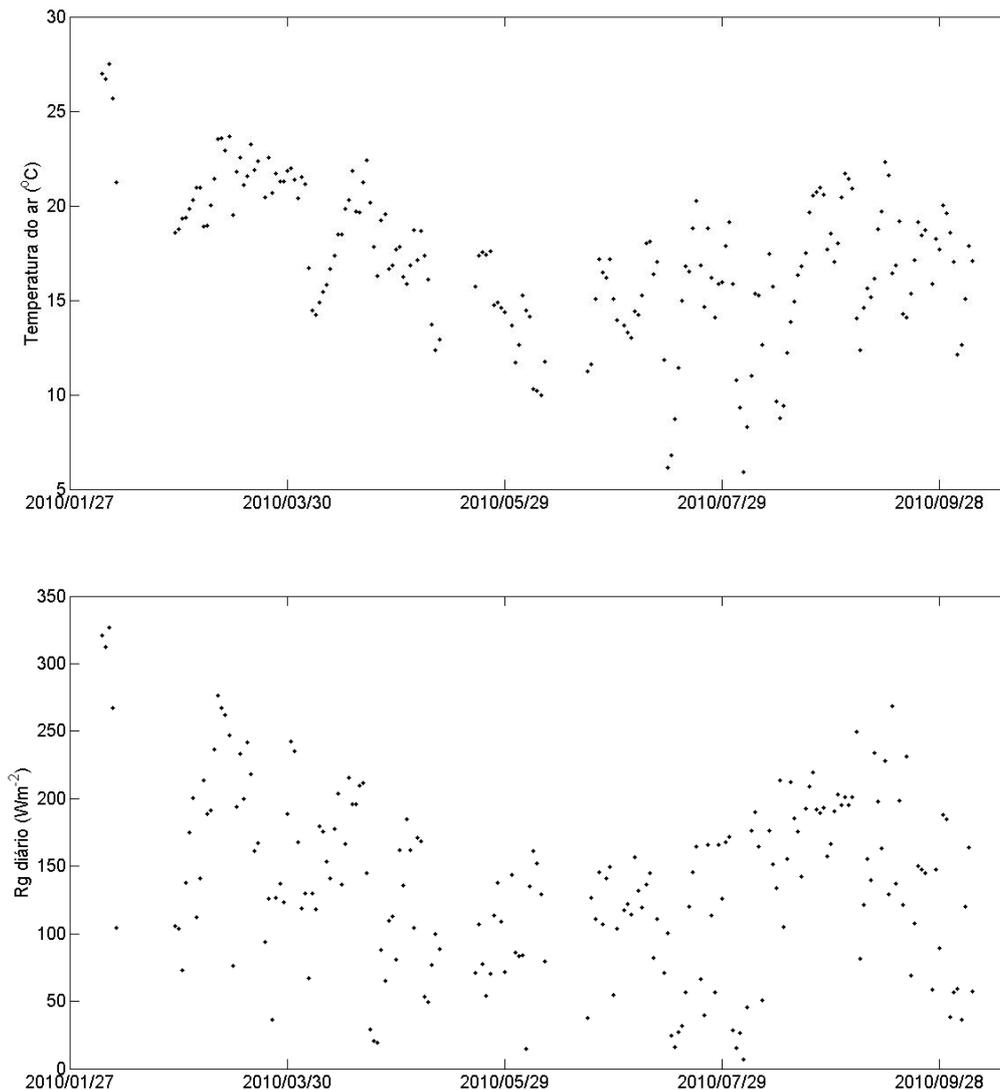


Figura 1. Médias diárias da Temperatura e da Radiação Global ( $R_g$ ) para a floresta de araucária no período de 27/01/2010 a 22/10/2010.

A estimativa das trocas líquidas de carbono (Net ecosystem exchange - NEE) diário foi feita através da integração dos dados de fluxo de  $\text{CO}_2$  a cada meia hora. Os dados faltantes foram preenchidos (gap filling) seguindo a metodologia sugerida por Falge et al. (2001, 2002) e Lasslop et al. (2010).

A variação diária do NEE sob a floresta de araucária no sul do Brasil é apresentada na Figura 2. O NEE diário mostra que a araucária foi praticamente um sumidouro de  $\text{CO}_2$  em todo o período (valores negativos de NEE). Eventos pontuais mostram emissões de carbono que podem estar ligado a falhas ainda não processadas nos dados. A absorção média para o período analisado foi de  $-1.34 \text{ gCm}^{-2}\text{d}^{-1}$ . Os valores máximos de absorção foram de aproximadamente  $5 \text{ gCm}^{-2}\text{d}^{-1}$ . Nota-se que, no período em que tanto a temperatura quanto a radiação global eram menores, a absorção de  $\text{CO}_2$  pela floresta também é menor.

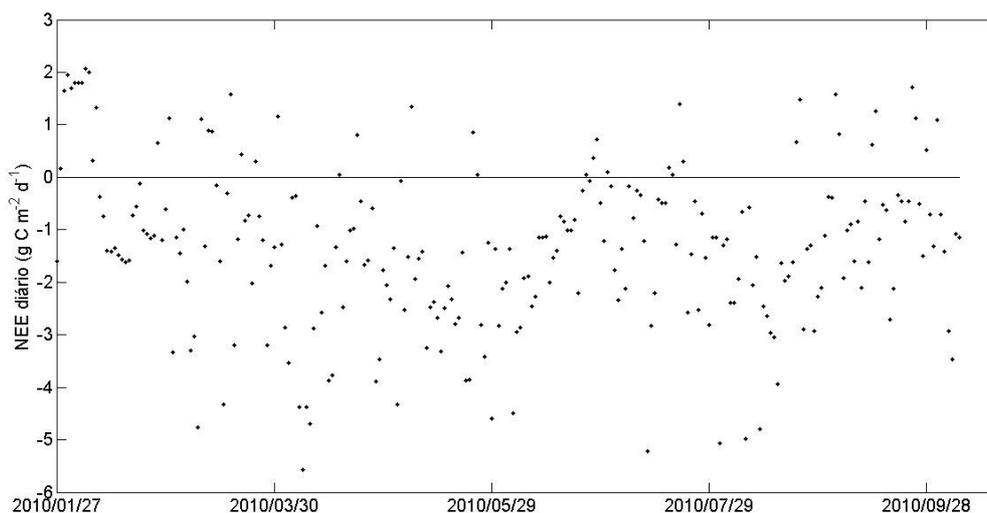


Figura 2- Troca líquida do ecossistema diário (NEE) para uma floresta de araucária no sul do Brasil

#### 4. CONCLUSÃO

Neste trabalho são quantificadas as trocas líquidas de carbono (NEE) numa floresta de araucária no sul do Brasil no período entre 27 de janeiro e 22 de outubro de 2010. Nos meses mais quentes, a absorção de CO<sub>2</sub> chegou a 5 gCm<sup>-2</sup>d<sup>-1</sup>. Já no período de inverno, a absorção foi menor, chegando a até 3 gCm<sup>-2</sup>d<sup>-1</sup>, com exceção de alguns poucos dias em que a absorção ficou próxima aos períodos mais quentes. A média do NEE para todo o período foi de -1.34 gCm<sup>-2</sup>d<sup>-1</sup>, mostrando que, ao longo dos nove meses analisados, a floresta de araucária comportou-se como um sumidouro de carbono atmosférico.

#### 5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AUBINET, M. et al. Comparing co<sub>2</sub> storage and advection conditions at night at different carboeuroflux sites. *Boundary-Layer Meteorology*, v. 116, p. 63–94, 2005.

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.

DURIGAN, M. E. Florística, dinâmica e análise protéica de uma Floresta Ombrófila Mista em São João do Triunfo-PR. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal do Paraná, Curitiba-PR, 1999.

FALGE, E. et al. Gap filling strategies for defensible annual sums of net ecosystem exchange. *Agric. Forest Meteorol.* 107, 43–69, 2001.

FALGE, E. et al. Seasonality of ecosystem respiration and gross primary production as derived from FLUXNET measurements. *Agric. For. Meteorol.* 113, 53–74, 2002.

KAIMAL, J. C., FINNIGAN, J. J.. Atmospheric boundary layer flows: Their structure and measurement. Oxford Univ. Press, New York, 1994.

LASSLOP, G. et al. Separation of net ecosystem exchange into assimilation and respiration using a light response curve approach: critical issues and global evaluation. *Global Change Biol.* 16, 187-208, 2010.

WEBB, E. K., PEARMAN, G. I., LEUNING, R., 1980. Correction of flux measurements for density effects due to heat and water vapour transfer. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society.* 106, 85-100.