

## AVALIAÇÃO DE UM MODELO DE REGRESSÃO NÃO LINEAR PARA PREENCHIMENTO DE FALHAS EM FLUXOS DE CO<sub>2</sub> SOBRE UMA CULTURA DE ARROZ IRRIGADO

Marcelo B. Diaz<sup>1,\*</sup>, Debora Regina<sup>1</sup>, Geovane Weber<sup>1</sup>, Diego Pedroso<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Santa Maria – UFSM

\* marbdiaz@gmail.com

**RESUMO:** Quando necessária a análise do fluxo anual de CO<sub>2</sub> entre a superfície e a atmosfera, a técnica indicada é a covariância dos vórtices, no entanto, esta técnica pode apresentar falhas na estimativa dos fluxos horários, sendo assim de grande necessidade a utilização de técnicas de preenchimento de dados. Neste trabalho, foi aplicada uma técnica que consiste em utilizar modelos de regressões não lineares, relacionando o fluxo de CO<sub>2</sub> com a temperatura e a radiação global incidente para preencher as lacunas. Os resultados mostraram uma relação satisfatória entre os resultados do modelo e os dados observados para um período de 2 anos em uma cultura de arroz irrigado no município de Cachoeira do Sul no interior do Rio Grande do Sul.

**ABSTRACT:** When required the analysis of the annual flow of CO<sub>2</sub> between the surface and the atmosphere, the method described is the eddy covariance, however, this technique may fail to estimate the flow, thus a great need for the use of techniques filler data. In this work we applied a technique that consists in using non-linear regression models, relating the flow of CO<sub>2</sub> with temperature and global radiation incident to fill the gaps. The results showed a satisfactory relationship between the model results and the observed data for a period of 2 years in a flooded rice crop in the municipality of Cachoeira do Sul in Rio Grande do Sul.

### INTRODUÇÃO

O método comumente usado para a medida do fluxo de CO<sub>2</sub> entre a superfície e a atmosfera é conhecido como método de covariância dos vórtices (*eddy covariance*) (Aubinet, 2008). Este método pode apresentar discrepâncias de medidas por diversos tipos de falha, gerando lacunas na série temporal dos dados. Estas lacunas podem comprometer a qualidade dos

dados quando se pretende estudar o acumulado das trocas de CO<sub>2</sub> entre a superfície e a atmosfera em um determinado período. Essas lacunas devem ser preenchidas a fim de obter uma estimativa mais realista das trocas de CO<sub>2</sub>. Moffat et. al., (2007) apresenta diferentes técnicas para este fechamento. Neste estudo, foi aplicada a técnica de preenchimento de dados que consiste em relacionar a temperatura e radiação global com o fluxo de CO<sub>2</sub> sobre o dossel através de um modelo de regressão não linear, descrito por Falge et al. (2001).

## MATERIAIS E MÉTODOS

Os dados meteorológicos e de fluxos foram obtidos por uma torre micrometeorológica do Laboratório de Micrometeorologia (Lumet-UFSM) no meio de uma propriedade de cultivo de arroz irrigado de aproximadamente 1000 hectares, no município de Cachoeira do Sul-RS, a latitude de -30.27°, longitude de -53.14°, elevação de 40.5 metros, durante o período de 01 de junho de 2010 até 21 de março de 2012.

Através da correlação entre as medidas de alta frequência da velocidade vertical do vento e da concentração de CO<sub>2</sub> na atmosfera, pode-se estimar o fluxo de CO<sub>2</sub> através do método de covariância dos vórtices (Aubinet, 2008). O NEE (*net ecosystem exchange*) é a soma entre o fluxo de CO<sub>2</sub> e o termo de armazenamento entre o sensor e a superfície. Como o sensor encontra-se a 3m de altura, o termo de armazenamento é desprezado neste trabalho. Assim, o NEE pode ser definido também como sendo a produção primária bruta (GPP) mais a respiração do ecossistema ( $R_{eco}$ ).

$R_{eco}$  é definida por um modelo exponencial de resposta à temperatura ambiente (Lloyd and Taylor, 1994):

$$R_{eco} = ae^{bT} \quad (1)$$

Onde “a” defini a respiração na tempera de 0°C e “b” é a respiração de sensibilidade à temperatura. Já o GPP, pode ser definido como sendo uma resposta a radiação global incidente ( $R_g$ ), regida pela seguinte modelo (Falge et. al., 2001):

$$GPP = \frac{\alpha\beta R_g}{\alpha R_g + \beta} \quad (2)$$

Onde os parâmetros  $\alpha$  e  $\beta$  são obtidos através de uma regressão não linear de uma hipérbole retangular (Michaelis-Menten),  $\alpha$  é a inclinação inicial da curva e  $\beta$  é o GPP na saturação da luz. Os parâmetros destas equações foram obtidos utilizando janelas de cinco dias.

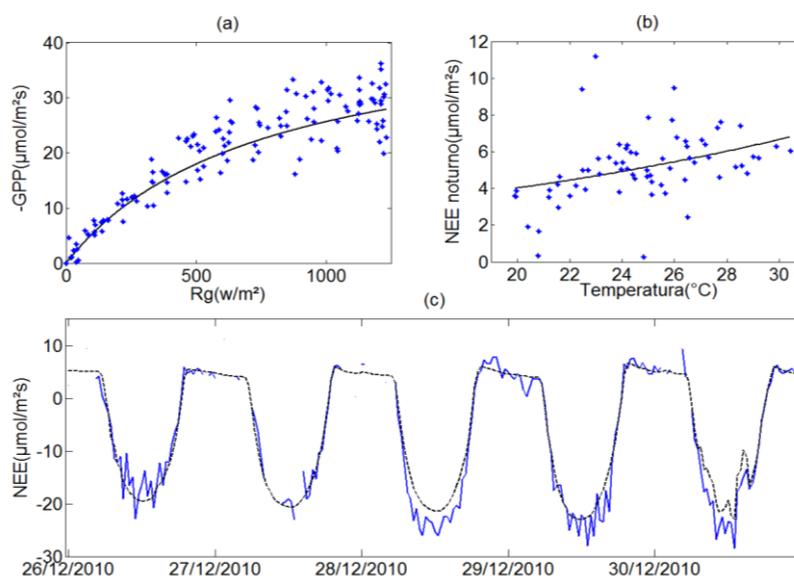
## RESULTADOS

Os dados de fluxo após o filtro apresentaram 54% de falhas as quais foram preenchidas pelo modelo de regressões não linear que apresentou um coeficiente de determinação ( $r^2$ ) de 0.82 e raiz do erro médio quadrático (RMSE) de  $3.61 \mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$  para todo o período de dados.

Para melhor exemplificar o comportamento do modelo em relação os dados observados, foi retirado um fragmento de fluxo da serie temporal entre 26/12/2010 a 30/12/2010, onde os parâmetros obtidos foram  $\alpha = 0.0598 (\mu\text{mol} / \text{J})$ ,  $\beta = 44.87 (\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s})$ , já o “a” =  $1.46 (\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s})$  e “b” =  $0.0509$ , conforme ilustra a fig.1a-1b. Para este fragmento o modelo em comparação com o observado na fig.1c, obteve  $r^2$  de 0.85 e RMSE de  $3.32 \mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$ .

## CONCLUSÃO

O modelo de regressão não linear respondeu satisfatoriamente quando comparado com os dados observados, comparando com a literatura, o  $r^2$  de 0.82, é qualificado como “bom”, conforme qualificação proposta por Moffat et. al., 2007.



**Figura 1. Fragmento do fluxo de  $\text{CO}_2$  compreendendo cinco dias para o período de 26 de dezembro de 2010 até 30 de dezembro de 2010. a: Relação entre GPP observado (pontos) e o modelado conforme (reta). b: Relação entre a  $R_{\text{eco}}$  observado (pontos) e a  $R_{\text{eco}}$  modelada (reta). c: Relação entre o NEE observado (linha contínua) e o NEE modelado (linha tracejada).**

## REFERÊNCIAS

AUBINET, M. Eddy covariance CO<sub>2</sub>-flux measurements in nocturnal conditions: An analysis of the problem. **Ecological Applications**, v.18, p.1368-1378, 2008.

FALGE, E. et al. Gap filling strategies for defensible annual sums of net ecosystem exchange. **Agricultural and Forest Meteorology**, v.107, p. 43-69, 2001.

LLOYD, J., TAYLOR, J.A. On the temperature dependence of soil respiration. **Funct. Ecology**. v. 8, p.315-323, 1994.

MOFFAT, Antje M. Comprehensive comparison of gap-filling techniques for eddy covariance net carbon fluxes. **Agricultural and Forest Meteorology**, v.147, p. 209-232, 2007.