

# Um método espectral Passa-Banda para CO<sub>2</sub>

Bianca Luhm Crivellaro, Nelson Luís Dias, Tomás Chor

*Departamento de Engenharia Ambiental, UFPR  
e-mail: biluhm@hotmail.com*

## 1. Introdução

Medições de fluxos de gases de efeito estufa são importantes para quantificar o aquecimento global. Um importante método utilizado para medições de fluxos é o Método de Covariâncias Turbulentas (MCT). Os sensores utilizados neste método são sensores de resposta rápida, que entretanto possuem um custo elevado, alto consumo de energia, e não funcionam bem na chuva.

Sensores alternativos são úteis devido ao menor consumo, preço e maior robustez. O problema de utilizar estes sensores consiste na atenuação dos fluxos obtidos, devido à incapacidade dos mesmos em medir as componentes de mais alta frequência. Levando isto em consideração, este trabalho tem como objetivo verificar a possibilidade de usar uma sonda de CO<sub>2</sub> - GMP343, um sensor mais simples, no MCT.

Esta possibilidade foi avaliada através da análise de dados obtidos em uma campanha micrometeorológica realizada no período de 16/02/2011 a 27/02/2011 em uma grameira localizada em Tijucas do Sul – Paraná.

## 2. Desenvolvimento do método de correção

Para calcular o fluxo de CO<sub>2</sub>, corrigiremos a parte do coespectro entre a velocidade vertical  $w$  e a concentração de CO<sub>2</sub>  $c$ , que é atenuada, com o auxílio de medições rápidas da temperatura do ar. Considerando a similaridade entre temperatura  $\theta$  e  $c$ , obtém-se

$$\frac{\int_{n_1}^{n_2} Co_{w\theta}(n)dn}{\int_{n_1}^{\infty} Co_{w\theta}(n)dn} = \frac{\int_{n_1}^{n_2} Co_{wco_2}(n)dn}{\int_{n_1}^{\infty} Co_{wco_2}(n)dn}, \quad (1)$$

onde o intervalo de integração ( $n_1$  a  $n_2$ ) é a banda de frequência em que o coespectro  $w$ - $c$  ainda não está atenuado e que existe similaridade entre  $\theta$

e  $c$ . Com alguma álgebra, é possível calcular a escala turbulenta da concentração mássica de  $\text{CO}_2$  corrigida:

$$c_* = \theta_* \frac{\int_{n_1}^{n_2} Co_{wco_2}(n) dn}{\int_{n_1}^{\infty} Co_{w\theta}(n) dn}. \quad (2)$$

Calculando juntamente a escala turbulenta da velocidade  $u_*$  é possível calcular corretamente o fluxo de  $\text{CO}_2$  por:

$$F = \bar{\rho} \overline{wc} = \bar{\rho} u_* c_*, \quad (3)$$

onde  $\bar{\rho}$  é a massa específica média do ar.

O método desenvolvido neste trabalho para correção do fluxo de  $\text{CO}_2$  é igual a primeira versão do Método de Covariância Turbulenta Passa-Banda apresentado em Asanuma et al. (2005).

Desenvolvido o método, é necessário encontrar a banda de frequência. Primeiramente, esta foi determinada analisando-se o coeficiente de correlação espectral entre a temperatura que auxiliará no processo e o escalar atenuado. A banda de frequência também foi determinada a partir da análise da convergência entre relações de covariâncias (Crivellaro, 2011). Este procedimento foi realizado para se ter uma melhor noção até em que ponto o GMP343 detectava os dados acompanhando o LI7500 que é um analisador de gases de resposta rápida que mede concentração de  $\text{CO}_2$ .

### 3. Resultados

Os resultados encontrados para os dois métodos que determinam a banda de frequência, comparados com os valores corretos medidos pelo LI7500, estão apresentados na Figura 1.

O primeiro gráfico mostra as correções realizadas quando analisou-se o coeficiente de correlação espectral. Este mostra que o resultado encontrado não foi satisfatório. O coeficiente de correlação entre os dados certos e os dados corrigidos é de apenas 0,434920.

O segundo gráfico mostra o resultado quando foi analisada a convergência entre as relações de covariâncias. A maioria dos pontos estão mais próximos da reta, porém alguns *runs* de turbulência não foram corrigidos corretamente. O coeficiente entre os dados foi de 0,839801.

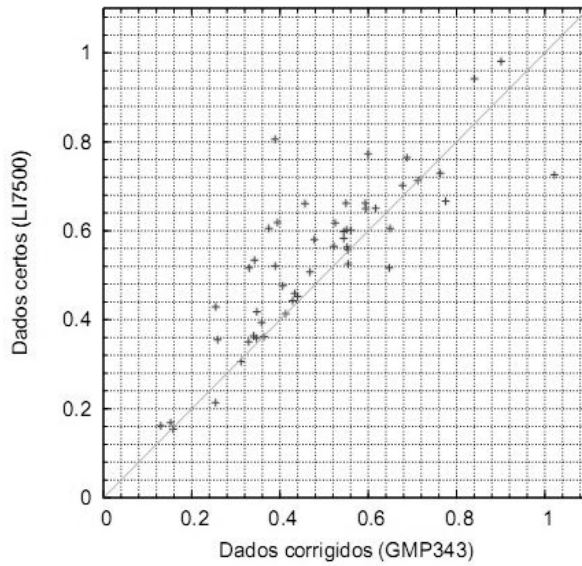
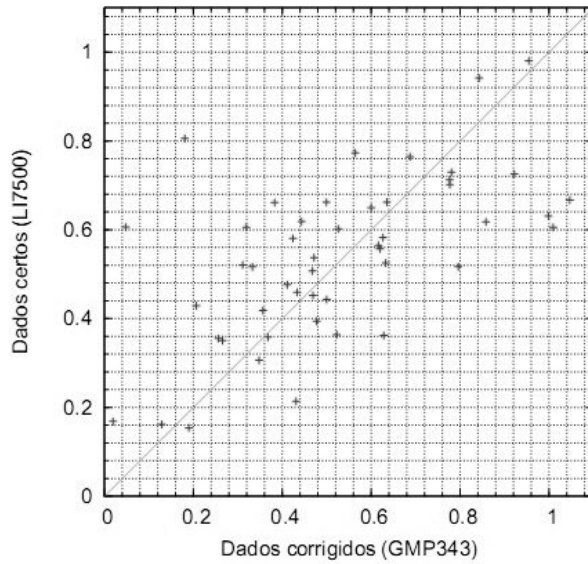


Figura 1. Resultados para o método de correção.

#### 4. Conclusões

Os resultados encontrados não foram tão bons quanto o esperado. No intervalo em que existe similaridade entre temperatura e  $\text{CO}_2$  os dados do GMP343 já começam a serem atenuados. Isto acontece porque este sensor possui um tempo de resposta maior que o necessário para utilizar este método de correção. Caso o sensor possuísse um tempo de resposta um pouco menor é provável que o método resultasse em correções muito melhores.

#### 5. Referências

ASANUMA, J.; ISHIKAWA, H.; TAMAGAWA, I.; MA, Y.; HAYASHI, T.; QI, Y.; WANG, J. Application of the band-pass covariance technique to portable flux measurements over the Tibetan Plateau. **Water Res Res**, v. 41, n. W09407, 2005.

CRIVELLARO, B. L. **Fluxo de  $\text{CO}_2$  sobre Axonopus Compressus**: comparação entre os métodos de covariância padrão e passa-banda. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.