

## Comparação dos fluxos noturnos de CO<sub>2</sub> e calor sensível em Manaus e São Gabriel da Cachoeira

Alexandre J.B. dos Santos<sup>2</sup>, José G. Campos<sup>1</sup>,  
Otávio C. Acevedo<sup>1</sup>, Marta de O. Sá<sup>2</sup>, Antônio O. Manzi<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Universidade Federal de Santa Maria*

<sup>2</sup>*Instituto nacional de Pesquisas da Amazônia*

<sup>1</sup> e-mail: zecajgc@gmail.com

### 1. Introdução

Devido à presença de movimentos em todas as escalas de tempo, a escolha da escala de tempo  $T$  em que ocorrem as flutuações médias das variáveis que descrevem o escoamento turbulento nem sempre é direta. Entender o papel da floresta Amazônica como fonte ou sorvedouro de CO<sub>2</sub> depende do conhecimento do tempo médio das flutuações. Portanto, a escolha adequada deste período é um dos problemas mais sérios enfrentados pela comunidade científica atual. O valor típico encontrado na literatura é 30 minutos. Sabe-se que valores diferentes de  $T$ , conduzem a resultados diferentes entre os estudos, sobretudo quando a atmosfera apresenta-se num estado de condição estável - característica do período noturno.

Para identificar a escala temporal adequada, utilizaremos a técnica da decomposição em multiresolução (Mahrt, L. e Vickers, D.,1997) para analisar o cospectro de CO<sub>2</sub> correspondente ao período noturno dos dias 267-290 do ano 2006 nos sítios do LBA localizados nos municípios de São Gabriel da Cachoeira e Manaus. Essa técnica mostrou-se bastante apropriada para melhorar a estimativa de  $T$  já que podemos decompor a série em uma escala de tempo que pode ser translada e dilatada ao longo de toda a série. O sítio de Manaus é descrito por Araújo et al. (2002). Na seção 2, apresentamos as características gerais do sítio de São Gabriel da Cachoeira e da torre micrometeorológica.

### 2. Características da área de estudo

Localizado na Amazônia Central, o município de São Gabriel da Cachoeira encontra-se a oeste do estado do Amazonas, onde possui um regime de precipitação e tipo de solo distinto dos outros sítios do Programa LBA, com chuvas intensas distribuídas durante o ano todo (INMET, Ministério da Defesa, 2004). Esta característica justifica inclusão desta região como parte de uma rede de medidas que objetiva abranger da melhor

maneira possível a diversidade de ecossistemas da Amazônia. Dessa forma, uma torre foi instalada no município, dentro do Parque Nacional Pico da Neblina, possuindo 64m de altura e localizando-se nas coordenadas de ( $0^{\circ} 12, 740^{\circ}N$  e  $66^{\circ} 45, 884^{\circ}O$ ), à aproximadamente 100m de altitude.

Na torre, é gerado um grande e contínuo volume de dados, produzidos por instrumentos embutidos em sua estrutura, que efetuam medidas micrometeorológicas contínuas, dentre estas, medidas diretas de fluxos de dióxido de carbono ( $CO_2$ ), vapor d'água ( $H_2O$ ) e energia na interface atmosfera-biosfera, através da técnica de correlações de vórtices turbulentos (*Eddy Correlation*) que utiliza dados em alta frequência de temperatura e velocidade do vento em três dimensões e concentração de  $CO_2$  e  $H_2O$ . Os instrumentos se dividem em medidas de alta e baixa frequência, da seguinte forma:

Os instrumentos de alta frequência presentes na torre são:

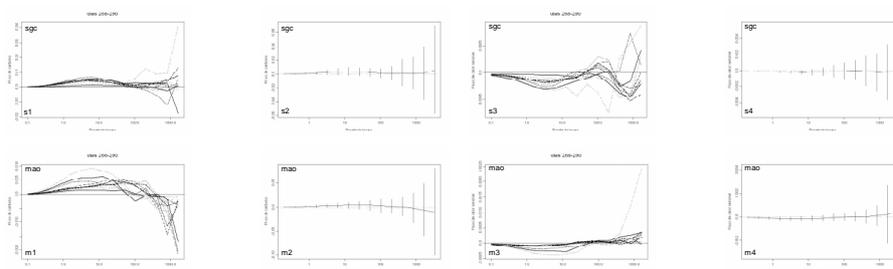
- Anemômetro Sônico Tridimensional (velocidade do vento U, V, W e temperatura sônica)
- Analisador de Gás por Infravermelho - IRGA de resposta rápida (concentração de  $CO_2$  e  $H_2O$ ).

Os instrumentos de baixa frequência são:

- Anemoscópio (velocidade e direção do vento);
  - Anemômetro de copo (velocidade do vento);
  - Termistores (perfil de temperatura do ar);
  - Termohigrômetro – HMP (temperatura e umidade relativa do ar);
  - Pluviômetro (precipitação);
  - Piranômetro (radiação de onda curta);
  - Pirgeômetro (radiação de onda longa);
  - Saldo Radiômetro;
  - Sensor PAR (radiação fotossinteticamente ativa).
- Além dos sensores de solo: Perfil de Temperatura (2, 5, 10, 20, e 50 cm); Perfil de Umidade (5, 10, 20, 40, 60 e 100 cm) e Fluxo de calor (5 cm).

### 3. Resultados e discussão

Na figura 1 apresentamos os cospectros de multiresolução de  $CO_2$  e calor sensível para São Gabriel da Cachoeira (s1, s3) e Manaus (m1, m3). Cada curva representa uma média de todas as ocorrências através de uma dada classe  $\sigma_w$  - que representa a intensidade da turbulência. A escala genuína que representa o campo turbulento está por volta de 100s para ambos escalares.



**Figura 1.** Painéis s1, m1 são cospectros de carbono ( $\text{mg}/\text{m}^2\text{s}$ ), s2 e m2 são médias ao longo do período. Painéis s3 e s4 são cospectros de calor sensível ( $\text{Km}/\text{s}$ ), s4 e m4 são médias. A letra “s” indica São Gabriel da cachoeira e “m” Manaus.

Após a região de gap, devido às interações onda-turbulência o sinal fica completamente desorganizado apresentando fluxos com grandes variabilidades e forte dependência com a escala temporal. Para as primeiras classes de  $\sigma_w$  associadas à turbulência extremamente fraca, fica praticamente impossível determinar um pico na região do cospectro turbulento. Além disso, quanto maior a intensidade da turbulência maior será a escala de tempo. Embora a Figura1 (s1 e m3) exiba uma tendência predominantemente positiva no sinal de mesoescala que ocorre após a região de gap, isto sugere que pode haver transporte dos escalares pela mesoescala. No entanto, o erro representado pelas barras em (s2, m2, s4, m4) associado a esses sinais são extremamente grandes - a dispersão do fluxo médio dos escalares além de aumentar significativamente depois de 100s também apresentam a mesma magnitude para valores positivos e negativos. Para Manaus (m2) há transporte negativo de  $\text{CO}_2$  pela mesoescala no período estudado. Ver abaixo.

**Tabela 1.** Os fluxos de multiresolução de carbono ( $\text{mg}/\text{m}^2\text{s}$ ), calor sensível ( $\text{W}/\text{m}^2\text{s}$ ) e respectivos gaps (s).

2006	CO2 total	CO <sub>2</sub> turbulento	CO <sub>2</sub> gap	Calor total	Calor turbulento	Calor gap
SGC	0,03397857	0,02668888	119	0,00145246	0,001516625	92
MAO	0,00987711	0,02741786	75	0,00004701	0,000962807	60

#### 4. Conclusão

Concluimos que com a técnica de decomposição em multiresolução podemos fornecer melhores estimativas a respeito do tempo médio das flutuações e avaliar com mais clareza o comportamento do sinal da mesoescala.

#### 5. Agradecimento

Este projeto é financiado pela fundação de amparo a pesquisa do estado do Amazonas - Fapeam.

... Em memória do nosso companheiro Alexandre José Barbosa dos Santos, mas conhecido como "fellice". Bem, não poderia ser diferente, afinal, foi com ele que tudo começou!

#### 6. Referência

ARAÚJO, A.C. et al. Comparative measurements of carbon dioxide fluxes from two towers central Amazonian rain forest. **Journal of Geophysics Research**. v. 107, p.1-20, 2002

MAHRT, L.; VICKERS, D. Multiresolution decomposition. **Boundary-Layer Meteorology**. v. 83, p. 495-520, 1997

Ministério da Defesa. **Plano de Desenvolvimento Local Integrado e Sustentável: Região do Alto Rio Negro – São Gabriel da Cachoeira, AM**. Agenda Executiva 2004 – 2007. Manaus, AM. Março de 2004.