

Comparação dos fluxos noturnos de CO₂ e calor sensível em Manaus e São Gabriel da Cachoeira

Alexandre J.B. dos Santos², José G. Campos¹,
Otávio C. Acevedo¹, Marta de O. Sá², Antônio O. Manzi²

¹Universidade Federal de Santa Maria

²Instituto nacional de Pesquisas da Amazônia

¹e-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 CO₂ 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 CO₂ 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 σ_w - que representa a intensidade da turbulência. A escala genuína que representa o campo turbulento está por volta de 100s para ambos escalares.

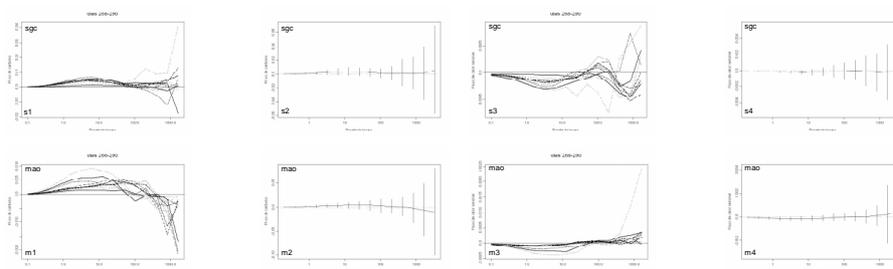


Figura 1. Painéis s1, m1 são cospectros de carbono ($\text{mg}/\text{m}^2\text{s}$), s2 e m2 são médias ao longo do período. Painéis s3 e s4 são cospectros de calor sensível (Km/s), s4 e m4 são médias. A letra “s” indica São Gabriel da cachoeira e “m” Manaus.

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 σ_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 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 ₂ turbulento	CO ₂ 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.