

Ondeleta de Morlet aplicada à análise de correlações por escala entre grandezas escalares medidas acima de uma lavoura de arroz

Cintya A. Martins¹, Leonardo D. A. Sá³,
Oswaldo L. L. Moraes², Rodrigo da Silva¹

¹Universidade Federal do Pará/Campus de Santarém, PA, Brasil

²UFMSM/CRS/INPE/Santa Maria, RS, Brasil

³Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais/Belém, PA, Brasil
e-mail: cintyaamartins@yahoo.com.br

Resumo

Foi efetuada uma análise de validade da Teoria da Similaridade de Monin-Obukhov (TSMO) na camada limite superficial (CLS) acima de uma lavoura de arroz em região praticamente homogênea em Paraíso do Sul, RS. Utilizaram-se cálculos estatísticos aplicados às flutuações turbulentas por escala através da decomposição proporcionada pela Transformada em Ondeletas (TO). Determinou-se em que escalas fatores físicos, como a rugosidade superficial ou ocorrência de circulações locais, afetaram os campos de escalares (temperatura, umidade e concentração de CO₂) medidos com instrumentos de resposta rápida instalados em torre, sob diferentes condições de estabilidade atmosférica e cobertura do solo.

Summary

An analysis has been performed to investigate the Monin-Obukhov Similarity Theory (MOST) validity in the atmospheric surface layer (ASL) above a rice field in a homogeneous area in Paraíso do Sul, RS. Statistical calculations have been applied to turbulent fluctuations projected on scales by means of the Wavelet Transform (WT). It has been determined on which scales, physical factors such as surface roughness or local circulations occurrence, affect meteorological scalar fields (temperature, humidity and CO₂ concentrations) measured with fast response devices installed in a tower, under different atmospheric stability and soil use conditions.

1. Introdução

Medidas da turbulência atmosférica acima de uma plantação de arroz, situada em Paraíso do Sul, RS, em diversos períodos de seu desenvolvimento fenológico, possibilitam a análise das variabilidades das fontes de calor, umidade e CO_2 na interface planta-atmosfera. Sob condições de plena validade da TSMO para a CLS dever-se-ia esperar que as flutuações dos escalares fossem plenamente correlacionadas estabelecendo-se assim uma condição de similaridade entre elas (De Bruin et al. 1999). Todavia, estudos referentes a superfícies rugosas, sugerem dificuldades na aplicação plena da TSMO em tal subcamada, o que pode estar associado aos elementos de rugosidade de diferentes naturezas, tais como, mecânica, térmica, de umidade, etc. (Williams et al., 2007). A análise do coeficiente de correlação entre séries de coeficientes gerados pela aplicação da TO de Morlet aos dados permite avaliar a influência que a heterogeneidade da superfície exerce sobre a organização de escalares em vórtices, em diferentes escalas.

2. Descrição do sítio experimental e metodologia

O experimento que gerou os dados aqui utilizados, bem como a metodologia usada são apresentados em Martins (2008). Foi utilizada a Transformada em Ondeleta Contínua de Morlet e elaborado o cálculo dos coeficientes da parte real da ondeleta de Morlet. A metodologia baseou-se nas proposições de De Bruin et al. (1999) e Williams et al. (2007).

3. Resultados e discussões

Estudos relativos ao período diurno de verão (dia juliano 09) do ano de 2004 são mostrados na Figura 1(a). É visto que $\rho_{q\text{CO}_2}$ é praticamente igual a -1 em quase todas as escalas investigadas. Porém, no DJ09, as correlações T-q e T- CO_2 diminuem levemente nas menores escalas espaciais, devido à influência dos elementos de rugosidade superficial existentes na lavoura de arroz. Também, as correlações positivas de T-q e negativas de T- CO_2 têm uma queda na região das maiores escalas de comprimento (superiores a 800m), principalmente para T- CO_2 , sofrendo influência dos processos de grande escala na camada superficial, principalmente em ρ_{Tq} , devido ao entranhamento do tipo “top-down”, como discutido por Mahrt (1991).

No período noturno, Figura1(b), os resultados das compara-

ções entre as correlações por escala dos escalares q e CO_2 mostram que eles se aproximam da igualdade, $\rho_{qCO_2} \approx +1$. Os coeficientes ρ_{Tq} e ρ_{TCO_2} se afastaram de -1 quando se aproximaram da região dos pequenos vórtices, em consequência de heterogeneidades superficiais e a existência de distribuições diferentes de fontes-sumidores de calor e CO_2 . Nas grandes escalas houve uma considerável diminuição na correlação negativa de T e q , ocasionando uma dissimilaridade entre os escalares, sugerindo a ocorrência fenômeno envolvendo as porções superiores da camada limite noturna (CLN), que pode ocorrer em consequência do processo de entranhamento “top-down” a partir do topo da camada limite atmosférica (CLA).

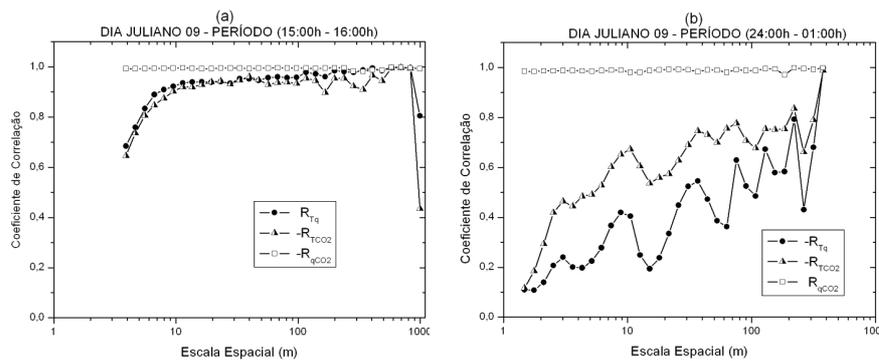


Figura 1. Coeficientes de correlação por escala de T - q , T - CO_2 , q - CO_2 para o DJ09 (verão), (a) no horário das 15h às 16h e (b) horário das 24h às 1h.

4. Conclusão

No período diurno, as correlações entre T - q e T - CO_2 são similares praticamente em todas as escalas. Porém, à noite, sofrem uma grande variabilidade, ocasionando uma dissimilaridade entre os escalares em todas as escalas dos vórtices. Entretanto, há forte similaridade entre os escalares q e CO_2 em todos os períodos, validando a TSMO nas correlações entre q e CO_2 , em todas as escalas dos vórtices.

Agradecimentos

Esta pesquisa foi parcialmente financiada pelo CNPq, CPTEC/INPE. Cintya Martins agradece à Capes pela bolsa durante o doutorado.

Rodrigo da Silva é grato ao apoio recebido do CNPq. Os autores agradecem ao MCT e CNPq/PADCT, através do Instituto do Milênio, com os Projetos n° 62.0056/01-0, e n° 620065/01-0 e à FAPESP/SECTAM/PRONEX, contrato n° 1082, pelo apoio financeiro. Leonardo Sá e Osvaldo Moraes agradecem ao CNPq pelas bolsas de produtividade em pesquisa (processos 304981/2007-9 e 481340/2004-1). Os autores agradecem ao Museu Goeldi e ao IBAMA pelas facilidades e ao Escritório Central do LBA e ao LIM-CPTEC-INPE pelo apoio.

5. Bibliografia

De Bruin, H. A. R., Van Den Hurk, B. J. J. M., Kroon, L. J. M. On the Temperature-Humidity Correlation and Similarity, *Boundary-Layer Meteorol.*, 93, 453-468, 1999.

Martins, C. A. Caracterização da Turbulência: Correlações e Espectros em Diferentes Topografias. Tese de Doutorado em Física, Centro de Ciências Naturais e Exatas, Universidade Federal de Santa Maria, RS, 121 p., 2008.

Mahrt, L. Boundary-layer moisture regimes. *Q. J. R. Meteorol. Soc.*, v.117, p.151-176, 1991.

Williams, C. A., Scanlon, T. M., Albertson, J. D. Influence of surface heterogeneity on scalar dissimilarity in the roughness sublayer. *Boundary-Layer Meteorol.*, 122, 149-165, 2007.