

ANÁLISE EM TEMPO-FREQÜÊNCIA DA VARIABILIDADE DA TEMPERATURA ACIMA DA FLORESTA AMAZÔNICA

Leonardo Deane A. Sá, Sabrina B. M. Sambatti(*), Geraldo P. Galvão, INPE- Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais C.P.515, CEP 12201-970, São José dos Campos, SP, Brasil. e-mail: leo@met.inpe.br, sabrina@met.inpe.br, galvao@met.inpe.br

Alistair D. Culf
Institute of Hydrology, Wallingford, Oxon, UK
(*Bolsista do CNPq-RHAE

Palavras-chave: Floresta Amazônica, Ondeletas, Turbulência.

ABSTRACT

A Transformada em Ondeletas constitui novo e poderoso instrumento para analisar o sinal atmosférico. Ela consiste, de certa forma, numa Transformada de Fourier evoluindo no tempo. Neste estudo, é aplicada a ondeleta de Morlet para detectar a variabilidade da temperatura medida acima da Floresta Amazônica, em Rondônia. Os dados, do Experimento RBLE3, foram medidos a uma frequência aproximada de 21 Hz, a 15 m acima da copa florestal. São estudadas uma situação diurna e outra noturna. As análises em tempo-escala mostram algumas características comuns às condições instável e estável: o caráter intermitente das flutuações e a existência de regiões onde a energia parece estar muito mais localizada. Porém, as flutuações no período noturno são menos intensas e apresentam um padrão de variabilidade mais alinhado com a escala onde ocorrem.

DADOS EXPERIMENTAIS

Os dados de temperatura utilizados neste trabalho foram coletados durante o Experimento RBLE3 (Rondônia Boundary Layer Experiment III) o qual teve lugar em Rondônia em agosto de 1994 durante a estação seca na região. Eles são representativos para área de floresta e foram medidos com termômetro da Gill Instruments fixado em torre a 15 m acima da altura média da copa (33 m), a uma frequência de 21 Hz.

METODOLOGIA

A Transformada em Ondeletas (TO)

A TO contínua consiste no operador de convolução com funções básicas definido pela eq.(1):

$$g_{ab}(t) = a^{-1/2} g\left(\frac{t-b}{a}\right) \quad (1)$$

obtidas por translações e dilatações de uma única função $g(t)$, a ondeleta-mãe (Meyer, 1990). Em cada função básica $g_{ab}(t)$ a localização temporal é determinada pelo parâmetro de translação b e a localização em frequências pelo parâmetro de escala a . Segundo Farge (1992), os coeficientes da eq.(2)

$$T_g(a,t) = \frac{1}{\sqrt{a}} \int_{-\infty}^{\infty} g_{at}\left(\frac{t-y}{a}\right) s(y) dy \quad (2)$$

exprimem então, a decomposição do sinal $s(y)$ numa posição t e numa escala a precisas. Neste trabalho foi utilizada a ondeleta complexa de Morlet cuja forma é indicada na eq.(3)

$$g(t) = e^{i \omega_0 t} e^{-t^2/2}, \quad \omega_0 = 5.4 \quad (3)$$

cuja aplicação vantajosa ao sinal atmosférico é defendida por Weng e Lau (1994).

ANÁLISE DOS RESULTADOS

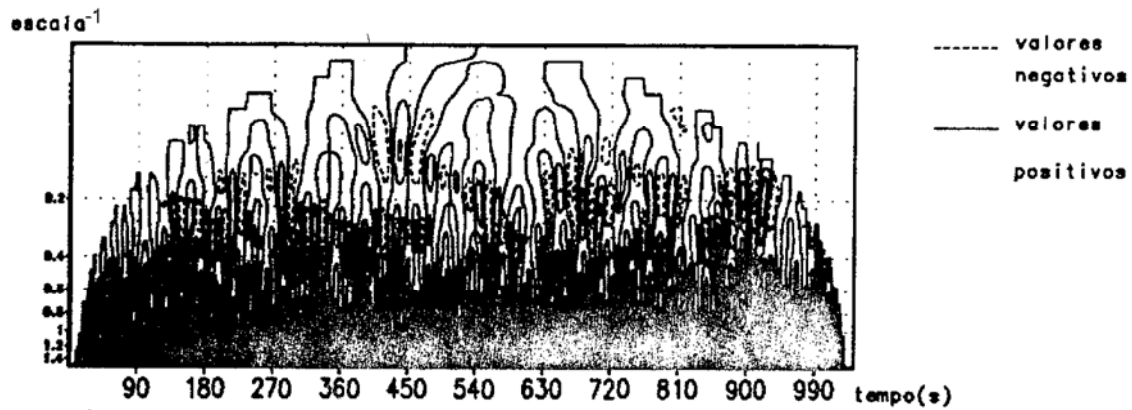
Em nossa análise dos sinais em tempo-escala, utilizamos a parte real do coeficiente da ondeleta, a qual é capaz de descrever tanto a variação da intensidade quanto da fase do sinal (Weng e Lau, 1994). Assim, na Fig. 1 são observados diagramas contendo curvas de nível das flutuações de temperatura em tempo-freqüência resultantes da aplicação da TO aos sinais. São investigadas uma situação diurna (instável) e outra noturna (estável). Constata-se que os mesmos apresentam algumas características já comprovadas em estudos anteriores do sinal turbulento (Druilhet et al., 1994). Eles mostram padrões marcantes os quais se caracterizam pela existência de estruturas extremamente localizadas no tempo, as quais abarcam largas bandas de freqüências e podem se bifurcar na medida em que a freqüência aumenta. Comparativamente à situação diurna, a noturna mostra flutuações menos intensas e com padrão de variabilidade mais alinhado com a escala onde ocorrem.

AGRADECIMENTOS

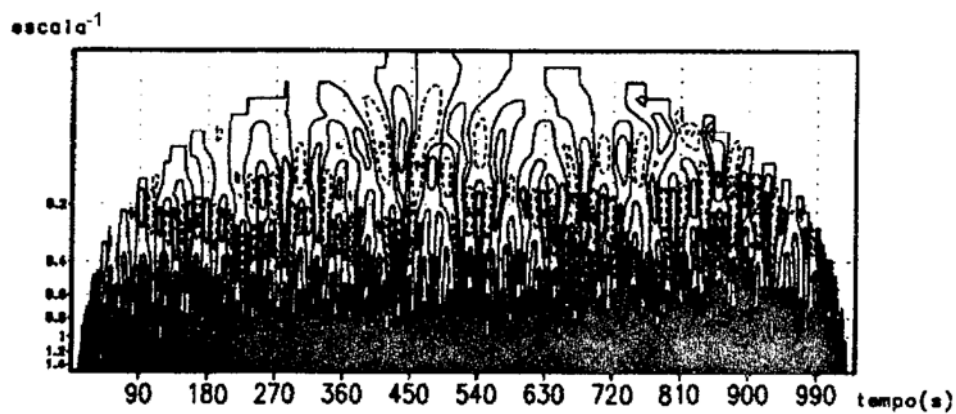
Para obtenção destes resultados contribuíram o Natural Environment Research Council e o Institute of Hydrology do Reino Unido, IBAMA, FAPESP(procs. 93/2715-1 e 94/0155-1), INPE, Universidades Federais do Pará, Rondônia, Alagoas, CTA, aos quais agradecemos. Este trabalho também foi parcialmente financiado e pelo CNPq-RHAE, sob contrato no 360117/95-3.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

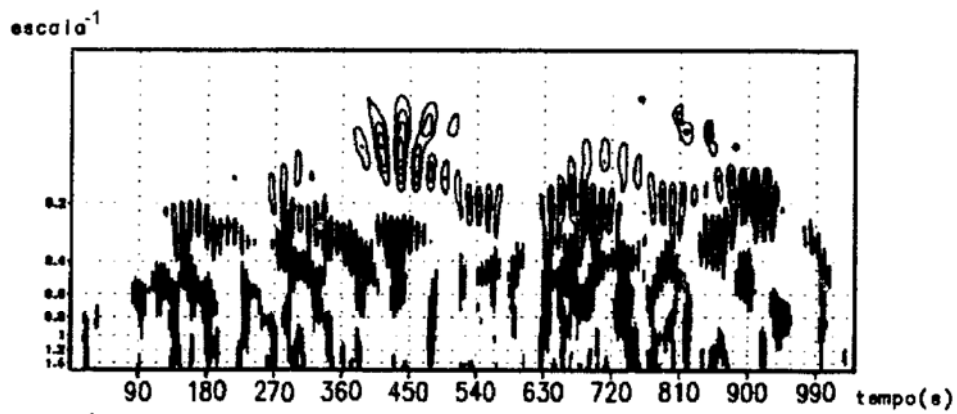
- Druilhet, A.; Attié, J.-L.; de Abreu Sá, L.; Durand, P.; Bénech, B., 1994. "Experimental Study of Inhomogeneous Turbulence in the Lower Troposphere by Wavelet Analysis". In: Wavelets, Algorithms, and Applications", C.K. Chui, L. Montefusco, and L.Puccio Eds., Academic Press, p.: 543-559.
- Farge, M., 1992. "Wavelet transforms and their applications to turbulence". Annu. Rev. Fluid Mech., 24: 395-457.
- Meyer, Y., 1990. "Ondelettes et opérateurs". Hermann, Paris.
- Weng, H. and Lau, K.-M., 1994. "Wavelets, Period Doubling, and Time-Frequency Localization with Application to Organization of Convection over the Tropical Western Pacific". J. Atmos. Sci., 51(17): 2523-2541.



a) flutuacao da velocidade vertical, W;



b) flutuacao da temperatura, T;



c) produto das flutuacoes em W e T.

Fig.1 Analise em tempo-escala de grandezas turbulentas obtidas acima da pastagem em Rondonia, durante o dia