

UTILIZAÇÃO DAS TRANSFORMADAS DE FOURIER E WAVELET PARA ANÁLISE E DIMENSIONAMENTO DE VÓRTICE EM SÉRIES TEMPORAIS SINTÉTICAS E REAIS (OBTIDAS NA ATMOSFERA TROPICAL)

José Luiz da Silva de Souza¹; Reynerth Pereira da Costa¹; Francisco Otávio Miranda¹

¹ *Universidade do Estado do Amazonas – Centro de Estudos Superiores de Parintins*
jlfisicanatural@gmail.com; preynerth@gmail.com; ffarias@uea.edu.br

1.1 Introdução

Desde a renascença, Leonardo da Vinci (século XVI) já desenhava expressões de escoamento com vórtices que demonstravam padrões de organização em diferentes escalas e a elevados números de Reynolds (Farias, 2017). O escoamento com vórtices é conhecido como escoamento turbulento. “O escoamento turbulento é um tipo de escoamento irregular no qual as grandezas físicas variam aleatoriamente no tempo e no espaço” (Lamessa, 2001).

Para estudar tal fenômeno em séries temporais turbulentas medidas na camada Limite convectiva acima de atmosfera tropical, foi necessário utilizar a aplicação da Transformada de Fourier e Transformada Wavelet como ferramentas padrão para análise espectral.

O objetivo deste foi analisar o dimensionamento dos maiores vórtices na Camada Limite Convectiva e conseqüentemente estimar a altura da Camada de Mistura a partir da aplicação de espectros obtidos a partir das Transformadas.

Como resultados, pôde se determinar as dimensões dos maiores vórtices e a altura da Camada de Mistura a partir de análise dos números de onda associados às oscilações de baixa frequência dos campos de velocidade do vento.

2. Metodologia

2.1. Dados

As Séries Temporais e sondagens verticais analisadas correspondem aos dias Julianos 305, 306 e 317 obtidas da campanha experimental CiMeLa (Circulações de Mesoescala no Leste da Amazônia) realizada no sitio experimental do Caxiuanã no ano de 2003. As sondagens verticais foram realizadas com radiossondas tipo VAISALA (RS-80– 15G; n.º série 2002). Aqui utilizou-se as sondagens no horário das 12h00min (hora local). As séries temporais de velocidade do vento foram medidos a uma taxa 16 Hz em anemômetro sônico (3D) Campbell (modelo CSAT3). Foram utilizados dados para um período de 30 minutos no intervalo entre 11h 00min da manhã até às 15h 00min da tarde (Hora Local).

2.2. Métodos

Foi utilizado a Transformada de Fourier e Transformada Wavelet (Haar). A Transformada de Fourier é eficaz em análise de frequências em posições diferentes (Hinze, 1975). Já a Transformada Wavelet (Haar). é uma ferramenta extremamente útil para estudar a natureza caótica de

(83) 3322.3222

contato@conapesc.com.br

www.conapesc.com.br

fenômenos da turbulência (Meyer, 1993). Como ferramenta de programação utilizou-se o software MATLAB 2017 B com a licença de estudante.

As transformadas foram utilizadas para construir espectros de turbulência a partir de sinais medidos em torre meteorológica acima de floresta. A análise foi feita a partir da componente horizontal e vertical dos campos de velocidade do vento para identificação da região em que se localizam oscilações de baixa frequência, esta região é conhecida também como “região de produção”, pois é nela que se localizam os maiores vórtices que estão associados à altura da camada de Mistura. Segundo (Liu e Ohtaki, 1997) fala que o conhecimento da camada de mistura é de fundamental importância em modelos de dispersão de poluentes.

3. Resultados e Discussão

Seguindo os procedimentos escritos na metodologia, foram estimados os espectros turbulentos. “Estes espectros demonstram a distribuição de energia ou variância com relação a uma dada frequência” (Lamessa, 2001). Como exemplo de um espectro obtido a partir da Transformada de Fourier e da transformada Wavelet veja a Figura 1 abaixo.

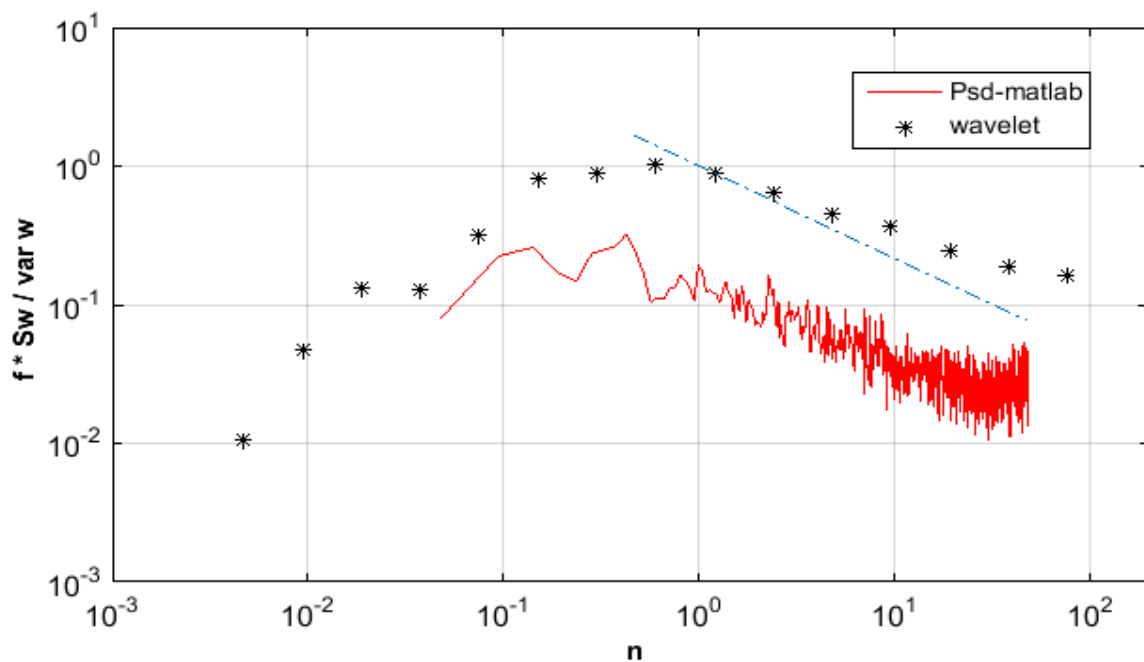


Figura 1. Exemplo de sobreposição de transformada de Fourier (em “vermelho”) e Wavelet (pontos “pretos”) para as 12h00min do dia Juliano 305 do ano de 2003.

3.1. Estimativa da Altura da Camada de Mistura

A altura da Camada de mistura foi determinada a partir de métodos remotos, como por exemplo, radiossondagens verticais, na qual a altura desta camada seria equivalente à altura da primeira inversão da Temperatura Potencial, representada pela linha “vermelha” da Figura 2.

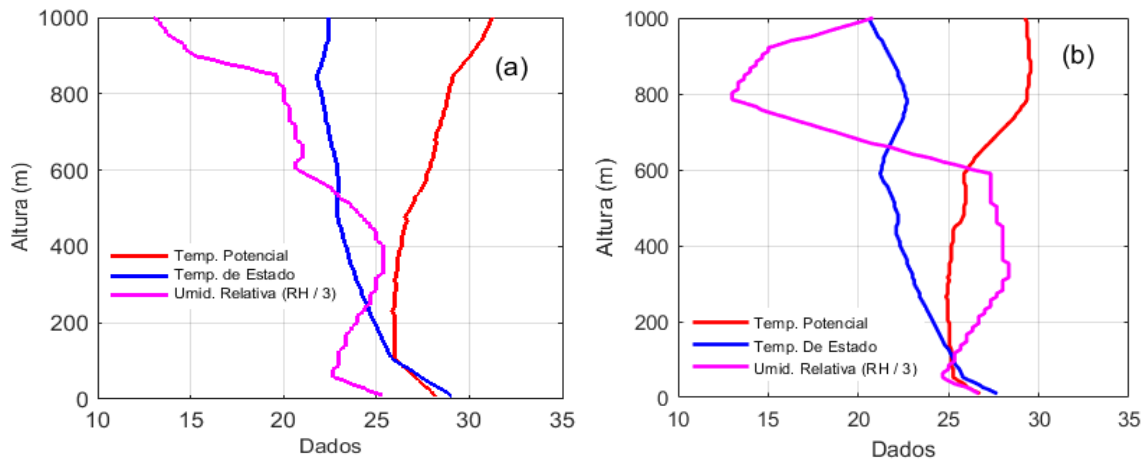


Figura 2. Radiossondagens verticais obtidas para os dias julianos (a) 305 e (b) 306 do ano de 2003. Nesta constam dados de perfis de temperatura Potencial (“vermelha”), Temperatura de Estado (“azul”) e de umidade relativa (“magenta”).

Na tabela 1, a seguir estarão sendo exibido às escalas de comprimentos associados a cada componente da velocidade do vento, ou seja, frequência adimensional, para os espectros de Fourier, Wavelet e Radiossonda para os dias Juliano 305, 306 e 317, onde foi possível encontrar os diâmetros dos grandes vórtices e a altura da camada de Mistura.

Tabela 1- Valores dos comprimentos de ondas para os picos espectrais de $u[(\lambda_m)u]$, $[(\lambda_m)wavelet]$, $w[(\lambda_m)w]$, Radiossonda. A altura da camada de mistura z_i é estimada com base nos valores de $(\lambda_m)w$ a partir da metodologia de Liu e Ohtaki, (1997).

Dia	Hora (min)	$(\lambda_m)u$ (metro)	$(\lambda_m)w$ (metro)	$(\lambda_m)wavelet$ (metros)	Radiossonda	Diâmetro dos grandes Vórtices (metros)
305	14h00min	-	1098	282	1145	845
306	14h00min	-	1261	385	1115	970
317	14h00min	-	794	333	1062	611

4. Conclusões

Estes resultados mostram que as análises espectrais são de total importância para explorar as características da natureza turbulência na Camada Limite Superficial. No entanto, nem sempre (ou quase nunca) as campanhas experimentais realizadas para obter medidas de campo são dotadas de fartos recursos financeiros. Assim, através deste trabalho é possível concluir que o método para estimar a altura da camada de mistura a partir da análise espectral.

Agradecimentos

The authors acknowledge the financial support for field studies from the U.S. Department of Energy (grant SC0011075), from Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (FAPEAM), and from FAPESP (Process number 2013/50529-8). We acknowledge the support from the Central Office of the Large Scale Biosphere Atmosphere Experiment in Amazonia (LBA), the Instituto Nacional de Pesquisas da Amazonia (INPA). The authors is thankful to Universidade do Estado do Amazonas for financial support [CSPROJ – 53994; 54140 e 43097].

Referências.

FARIAS, F. O. M. **DETECÇÃO DE FENÔMENOS EXTREMOS NA CAMADA LIMITE ATMOSFÉRICA NOTURNA ACIMA DA FLORESTA AMAZÔNICA A PARTIR DA ANÁLISE DE SINAIS PRECURSORES.** Tese, apresentada ao programa de pós-graduação em Clima e Ambiente do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia e Universidade do Estado do Amazonas. Manaus, Amazonas
Fevereiro de 2017.

Hinze, J. O., **Turbulence**, New York, Series in Mechanical Engineering. McGraw-Hill Book Co., NY 790pp 1975.

Lamessa, J. E. **ESTUDO ESPECTRAL DA CAMADA LIMITE SUPERFICIAL DE IPERÓ – SP**, Universidade de São Paulo, Instituto de astronomia, geofísica e ciências atmosféricas. Departamento de ciências atmosféricas. São Paulo, 2001.

Meyer, Y., **Wavelets: algorithms and applications**, Philadelphia, Pennsylvania, SIAM. 1993.

Liu, X. e Ohtaki, E. **An Independent Method to Determine the Height of Mixed Layer.** *Boundary-Layer Meteorology*, 1997.