



Flutuações Pluviométrica e Térmica em Salvador, Bahia: uma Análise Espectral

F. R. Bastos, IGEO/UFBA

A. B. Novaes, Dep. Geofísica Nuclear/IF/UFBA e CPGG/UFBA

F. C. P. Queiroz, Dep. Geofísica Nuclear/IF/UFBA e CPGG/UFBA

A. Bassrei, Dep. Física Geral/IF/UFBA e CPGG/UFBA

G. R. Gomes, IGEO/UFBA

ABSTRACT

In this paper we study the periodicity of precipitation and average temperature in the city of Salvador, Bahia, Brazilian northeastern. The available time series have monthly samples during a period of 30 years, thus resulting in 360 samples. The spectral analysis indicates a strong preference for the year basis variation (1 cycle per year) both for precipitation and average temperature. The six month component is also strong (2 cycles per year).

INTRODUÇÃO

Considerável interesse tem sido dirigido às escalas de tempo típicas da variabilidade climática interanual no Nordeste (NE) do Brasil. Markham (1974), registrou um período próximo de 13 anos para precipitação em Fortaleza, Ceará. Hastenrath and Kaczmarczyk (1981), mostraram que a variabilidade de precipitação no NE do Brasil estava concentrada em diferentes regiões e preferencialmente nas faixas de 2,5; 5; 10; e 13–21 anos. Essa variabilidade era vista como resultado da variação dos padrões de circulação em grande escala no Setor Atlântico tropical do Brasil. Kane (1998), mostrou que as características das chuvas no NE Setentrional e Oriental eram próximas, mas diferiam consideravelmente das chuvas no NE Meridional. O NE Setentrional apresentou periodicidades em 2,03 e 2,45 anos, enquanto o NE Oriental periodicidade em 2,26 e 2,60 anos enquanto o NE Meridional não apresentou oscilação quase-bienal significativas. Kane (1998), acredita que a oscilação quase-bienal e as características de precipitação no NE do Brasil estejam relacionadas à parâmetros do Atlântico (temperatura da superfície do mar, pressão e ventos).

COLETA E ANÁLISE DE DADOS

Os dados utilizados nesse estudo são de responsabilidade do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Eles foram adquiridos junto ao IV Distrito do INMET, sendo coletados na Estação de Salvador, que se localiza a 51,41 m de altitude, e com as seguintes coordenadas: 13° 01' latitude sul e 38° 31' longitude oeste. Os dados disponíveis são: temperatura (mínima, média e máxima), precipitação, pressão, umidade relativa, insolação e evaporação. Nesse estudo preliminar nos ateremos à precipitação e à temperatura. A Figura 1 mostra a curva de precipitação (em mm) em função do tempo, num intervalo de 30 anos (1961–1990). A temperatura média (°C) é indicada na Figura 4 no mesmo intervalo de tempo.

ANÁLISE ESPECTRAL

As séries temporais são analisadas no domínio da frequência através da transformada de Fourier. Sendo a série representada pela função genérica $f(t)$, a sua transformada de Fourier é

$$\mathcal{F}\{f(t)\} = F(\omega) = \int_{-\infty}^{+\infty} f(t)e^{-i\omega t} dt.$$

As séries temporais disponíveis não são funções contínuas e sim um conjunto de valores discretos. Dessa forma faz-se uso da transformada discreta de Fourier ou do ponto de vista computacional da transformada rápida de Fourier ou FFT, do inglês (*Fast Fourier Transform*).

O número de amostras para o período de 30 anos é $N = 360$. Portanto cada ano tem 12 amostras, ou $\Delta t = 1/12$ ano. O intervalo de frequência é portanto

$$\Delta f = \frac{1}{N \cdot \Delta t} = \frac{1}{360 \cdot (1/12)} = 0,0333 \text{ ciclo por ano,}$$

sendo a frequência de Nyquist

$$f_N = \frac{1}{2 \cdot \Delta t} = \frac{1}{2 \cdot (1/12)} = 6 \text{ ciclos.}$$

A frequência de Nyquist, também chamada de frequência de dobramento é a frequência cujo valor é metade da frequência de amostragem. As frequências maiores que f_N falseiam, isto é, se confundem com as frequências mais baixas tornando-se portanto não distinguíveis, caracterizando a situação de ambigüidade.

Aplicando a FFT na série temporal da Figura 1, obtemos a Figura 2, que é o espectro de amplitude [$A(\omega) = \sqrt{\text{Real}F(\omega)^2 + \text{Imag}F(\omega)^2}$], onde F é uma função complexa e a transformada de Fourier da série temporal dada genericamente por $f(t)$.

Na Figura 2 vemos que existem duas componentes que se destacam: uma componente anual, de 1 ciclo por ano, e uma outra de menor intensidade, de natureza semestral (2 ciclos por ano). A título de tentativa os dados no domínio da frequência foram filtrados por um filtro convolucional, eliminando componentes espúrias. Aparentemente além das duas componentes citadas nenhuma outra se destaca.

Situação semelhante se apresenta na Figura 5 que é o espectro de amplitude da Figura 4 (temperatura média). Vemos que as duas componentes de maior intensidade são também de 1 e 2 ciclos por ano, equivalendo respectivamente à uma periodicidade anual e semestral. No que tange à temperatura média, além das duas componentes já mencionadas verifica-se uma componente considerável em 0,067 ocorrência/ciclo, o que corresponde à uma periodicidade de 15 anos. Note que a amplitude nessa frequência, cujo valor é 43,50, é próxima da amplitude para a frequência de 2,0 ocorrências por ciclo (periodicidade semestral), cujo valor é 50,55. Esse último evento verifica a observação já mencionada na literatura, de eventos com periodicidade em torno de 14 anos.

CONCLUSÕES

Foram analisadas os espectros de amplitude das séries temporais de precipitação e temperatura média em Salvador, para um período de 30 anos (1961–1990). Constata-se em ambos os casos uma forte componente anual, e em intensidade menor uma componente semestral. Para o caso da temperatura é digno de nota uma componente significativa para uma periodicidade de 15 anos.

AGRADECIMENTOS

F. R. Bastos agradece ao CNPq pela bolsa de iniciação científica. A. B. Novaes agradece ao CPGG/UFBA pela compra dos dados meteorológicos. A. Bassrei agradece ao CNPq pelo suporte através de uma bolsa de pesquisa (300.209/90-8).

REFERÊNCIAS

- Markham, C. G., 1974.** Apparent periodicities in rainfall Fortaleza, Ceará – Brazil. *Journal of Applied Meteorology*, **13**, 176–179.
- Hastenrath, S., and Kaczmarczyk, E. B., 1981.** On spectral and coherence of tropical climate anomalies. *Tellus*, **33**, 453–462.
- Kane, R. P., 1998.** Quasi-biennial and quasi-triennial oscillations in rainfall of Northeast Brazil. *Revista Brasileira de Geofísica*, **16**, 37–52.

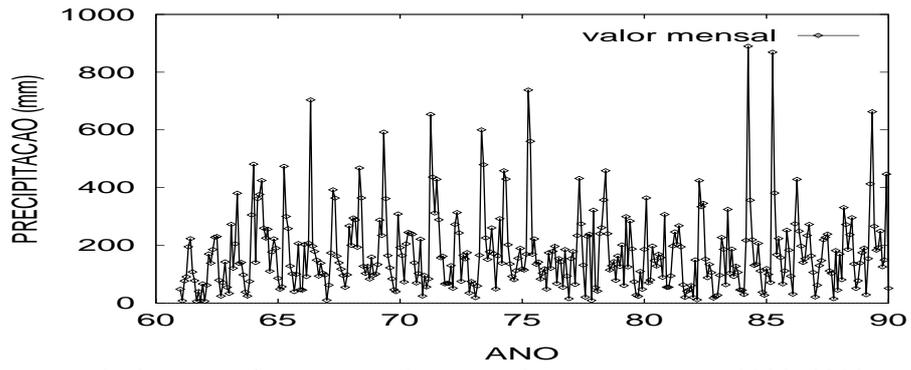


Figure 1: Precipitação (mm) em Salvador, Bahia, no período 1961–1990.

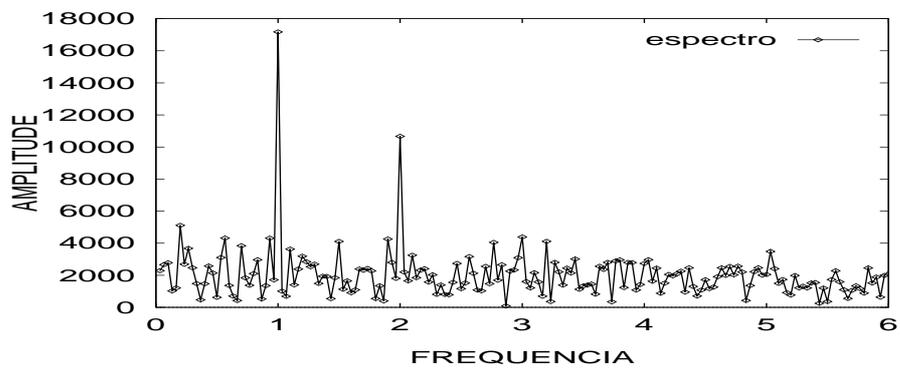


Figure 2: Espectro de amplitude da série temporal da Figura 1.

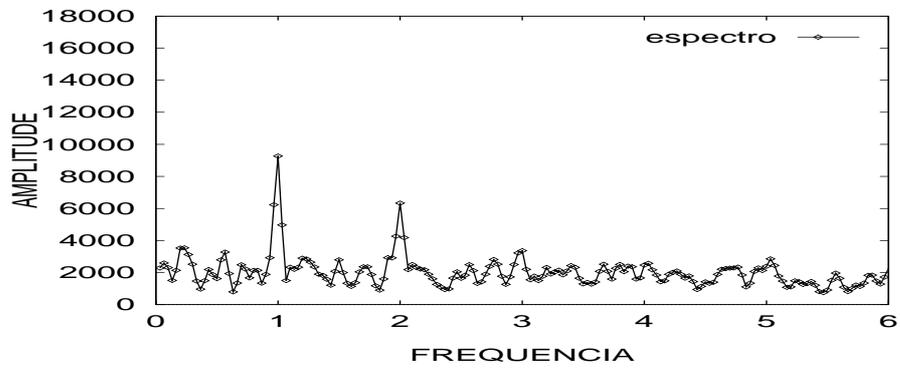


Figure 3: Espectro de amplitude filtrado da série temporal da Figura 1.

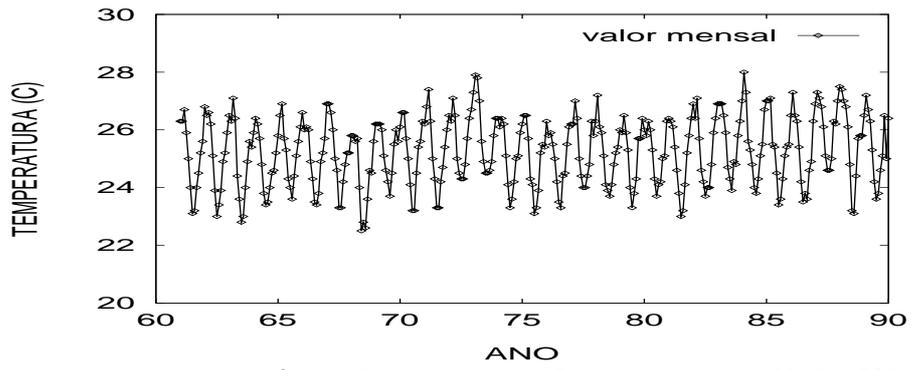


Figure 4: Temperatura média (°C) em Salvador, Bahia, no período 1961–1990.

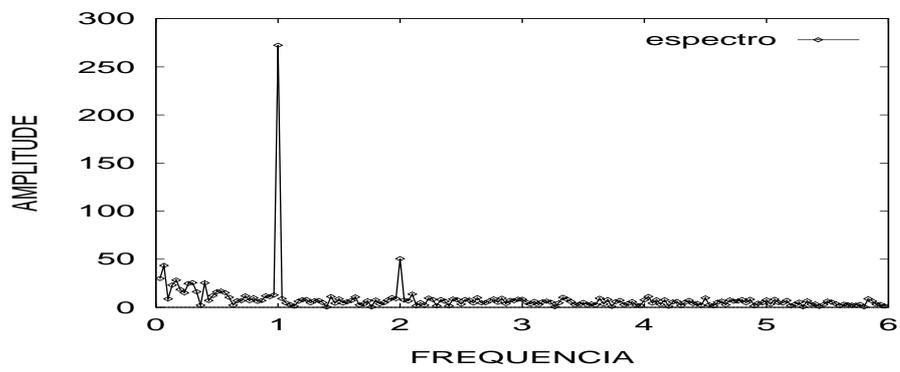


Figure 5: Espectro de amplitude da série temporal da Figura 4.

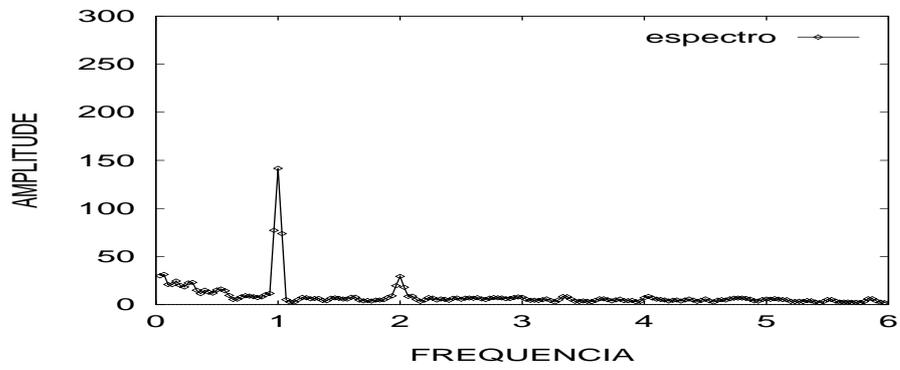


Figure 6: Espectro de amplitude filtrado da série temporal da Figura 4.