



## **SOBRE ÁGUA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO**

### **ANÁLISE ESPECTRAL PARA SÉRIES TEMPORAIS DE PRECIPITAÇÃO DO SEMIÁRIDO DO ESTADO DA BAHIA**

Nayara Arroxelas dos Santos (1); Adriana de Souza Costa (1); Célia Campos Braga (2); Anderlan Henrique Batista Siqueira (3)

<sup>1</sup>Estudante de mestrado, Depto. de Ciências Atmosférica, UFCG, Campina Grande – PB, Fone: (83) 2101-1054, nayararroxelas@gmail.com. <sup>2</sup>Profa. Dra. do Depto. de Ciências Atmosférica, UFCG, Campina Grande – PB, celiadca@hotmail.com. <sup>3</sup>Mestre em Meteorologia pela Universidade Federal de Alagoas.

#### **RESUMO:**

A partir da aplicação da Transformada de Ondeleta (TO) analisou-se da precipitação mensal para duas localidades do Estado da Bahia, no período de 1970 a 2013. Os resultados obtidos através da técnica TO evidenciou que no espectro global de energia da ondeleta existem interações complexas de oscilações nas escalas de tempo, mensal, intrasazonal, semianual, anual, bianual e decadal, para as localidade. A TO foi capaz de decompor o sinal em múltiplas escalas de tempo e mostrar que a construção das séries faz parte de interações complexas de oscilações em diferentes escalas.

**Palavras-chave:** Transformada Ondeleta, Regiões Homogêneas e Escalas de Tempo.

#### **ABSTRACT:**

From the application of wavelet transform (WO) analyzed the monthly rainfall for two locations in the state of Bahia, from 1970 to 2013. The results obtained by TO technique showed that in the entire range of energy wavelet there are complex interactions fluctuations on time scales, monthly, intraseasonal, semiannual, annual, bi-annual and decadal to the locality. The WO was able to decompose the signal on multiple time scales and show that the construction of the series is part of complex interactions of fluctuations on different scales.

**Keywords:** Wavelet Transform, Homogeneous Regions and Time Scale.

#### **INTRODUÇÃO**

A precipitação é uma variável meteorológica importante que requer atenção especial de toda comunidade científica. Embora já se tenha feito vários estudos desta variável, ainda não foram suficientes nem realísticos para melhorar as estratégias de gestão da água, a proteção do meio ambiente, prevenção de enchentes e secas, planejamento agrícola, ou, de um modo geral, o impacto do desenvolvimento socioeconômico da região (GOCIC e TRAJKOVIC, 2013). Uma análise da distribuição da precipitação sobre o Nordeste e regiões adjacentes sugere que o clima semiárido é causado por mecanismos da circulação geral da atmosfera, combinados com outros efeitos, tais





## SOBRE ÁGUA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

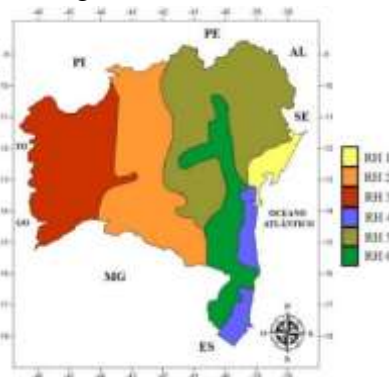
como albedo, extensão territorial, posição geográfica e topografia que dão ao NEB características peculiares (NOBRE *et al.* 1986).

A Bahia é o maior estado da Região Nordeste do Brasil com área de aproximadamente 600.000 Km<sup>2</sup> correspondendo 36,41% da área total da região. O relevo é constituído por planícies, vales, serras e montanhas com altitude entre 800 e 1200m, como por exemplo, a Chapada Diamantina; somados à conjunção de diferentes sistemas de circulação atmosférica, tornam a climatologia deste Estado uma das mais complexas do mundo, refletindo uma extraordinária variedade climática, do ponto de vista da precipitação (NIMER, 1989). O semiárido baiano é formado por 258 municípios, compreendendo uma área de 388.274 Km<sup>2</sup>, ou seja, 70% da área do estado, com uma população de 6.316.846 habitantes. Isso significa dizer que esta área corresponde a 68% do território do Estado e 48% de sua população (LOBÃO *et al.*, 2004).

O objetivo deste estudo foi mostrar os mecanismos atmosféricos que modulam a precipitação em duas regiões homogêneas diferentes (semiárido) no Estado da Bahia utilizando a Análise de Ondeletas.

### METODOLOGIA

Neste estudo utilizou-se a Análise de Ondeletas para estudar a variabilidade da precipitação em diferentes escalas de tempo no estado da Bahia. Essa é uma técnica importante porque ela permite analisar o sinal das variáveis em estudo em tempo-frequência, a partir da função ondeleta de Morlet, por melhor ajustar-se aos dados. A delimitação das regiões homogêneas da precipitação foi obtida a partir da aplicação do método aglomerativo de Ward (1963) conforme a Figura 1. Neste estudo a aplicação da TO foi feita para 02 regiões (RH2 e RH5).



**Figura 1.** Regiões Homogêneas da precipitação obtidas a partir da análise de agrupamento de Ward





## SOBRE ÁGUA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

A TO tem sido usado em vez transformada Fourier (TF) como uma alternativa de preservar os fenômenos locais, não-periódico e de multiescala. A análise de ondeleta tem vantagem sobre as análises espectrais clássicas, porque permite analisar periodicidade de eventos em diferentes escalas da variabilidade temporal e não necessita de uma série estacionária. Assim, a ferramenta é apropriada para analisar eventos irregularmente distribuídos e séries temporais que contenham potências não estacionárias em diferentes frequências. Por isso, a TO está se tornando uma ferramenta comum para analisar variações locais de potência dentro da série (SANTOS *et al.*, 2013).

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

A seguir são mostrados e discutidos os resultados obtidos da aplicação da transformada de ondeletas em duas localidades distintas, ou seja, Carinhanha e Rafael Jambeiro do Estado da Bahia (Figura 2).



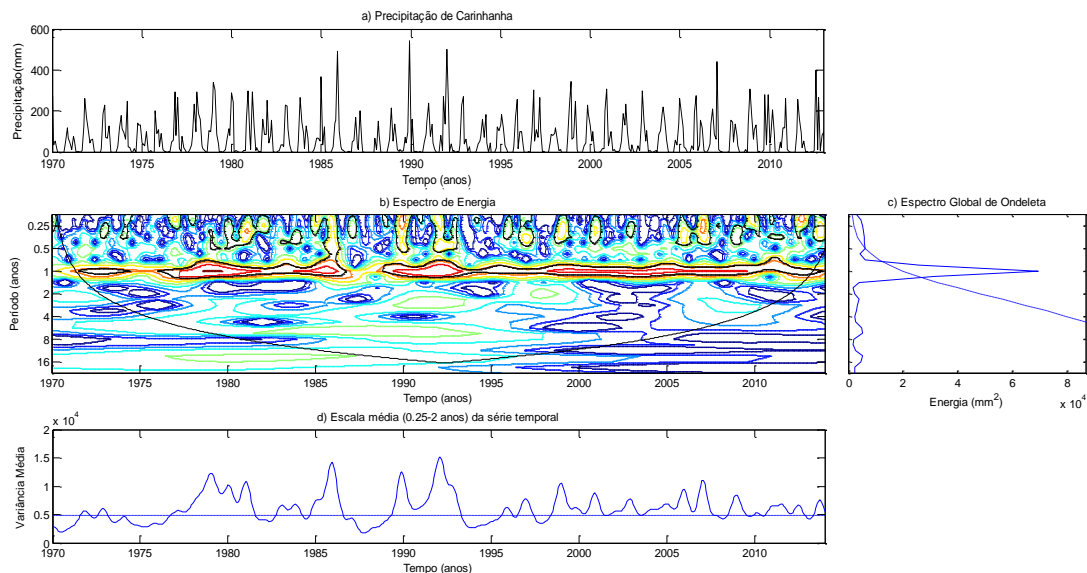
**Figura 2.** Localização das duas localidades nas duas regiões homogêneas (Carinhanha e Rafael Jambeiro).

A região homogênea 2 (RH2), a leste da Chapada Diamantina, representada pela estação de Carinhanha (Figura 3) se estendendo de Norte a Sul do Estado. Na Figura 3b, as altas energias são marcantes e mais significativas na escala anual. Núcleos mais significativos que apresentam alta energia no EPO da série das tendências se concentra na variabilidade interanual (eventos EN/LN). E alguns núcleos no intervalo sazonal e intrasazonal (como a OMJ) apresentando picos de altas energias em 1978, 1986, 1990, 1992 e 2006/07. Em dezembro de 1985, 1989 e 1992 ocorreram as precipitações máximas de 491,6, 540,0 e 499,1 mm, respectivamente.





## SOBRE ÁGUA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO



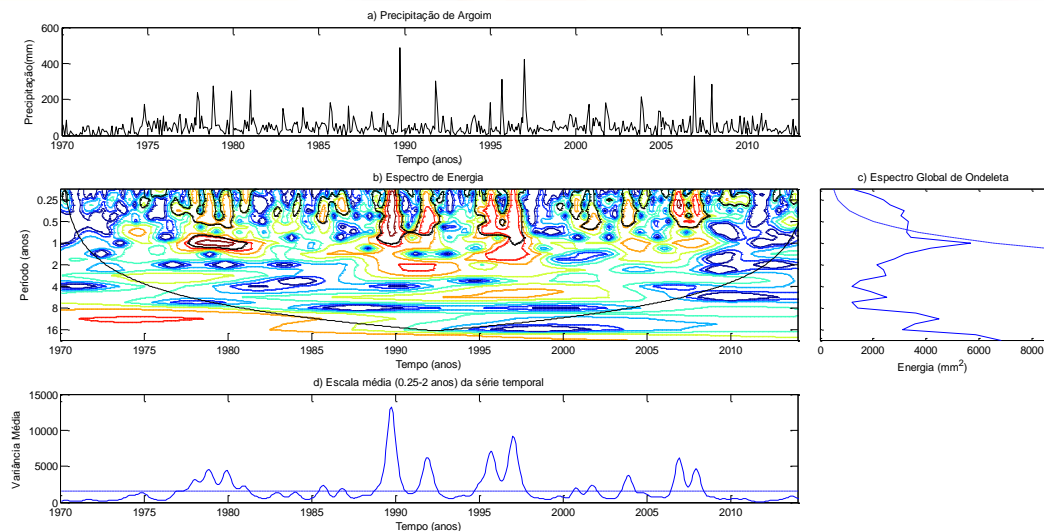
**Figura 3:** a) Série temporal da precipitação, b) Espectro de potência de ondeletas, c) Espectro global da ondeleta, para Carinhanha, d) Média por escalas das potências ou variância

Para representar a região homogênea 5 (RH5) selecionou-se a estação de Rafael Jambeiro, (próxima ao Raso da Catarina). Notou-se, na Figura 4b, as altas energias nos períodos de 0,25 (3 meses), 0,5 (6 meses) e 1 ano foram bem representativos. Onde apresentou um núcleo significativo de alta energia no EPO da série das tendências concentraram-se nas variabilidades interanual com núcleo bem significativo entre os anos de 1977 e 1981 e outros no intervalo sazonal e intrasazonal nos anos de 1978 e 1980, 1989 e 1990, 1993, 1996 e 1997, 2007 e 2008. O ano de 1989 apresentou um núcleo bastante acentuado que vai da escala anual a intrasazonal, com precipitação máxima de 488,6 mm em outubro, destacando que entre os anos de 1988 a 1989 foi ano de La Niña forte. No EGO da série de tendências, observando que seu pico de energia na escala intrasazonal, ultrapassou o nível de significância de 95%, e um pico de energia fora do nível de significância bastante acentuado com escalas de 8-16 anos entre os anos de 1971 a 1978, destacando que entre esse período houve a maior predominância de La Niñas.





## SOBRE ÁGUA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO



**Figura 4.** a) Série temporal da precipitação, b) Espectro de potência de ondeletas (EPO), c) Espectro global da ondeleta (EGO), para Rafael Jambeiro (Argoim), d) Média por escalas das potências ou variância.

### CONCLUSÕES

O Estado da Bahia sofre intensa variabilidade nos padrões de precipitação. Isso pode ser constatado através dos padrões observados pela análise da Transformada de Ondeletas, os escalogramas mostraram que em diferentes épocas predominam desde as escalas intrasazonais até a decadal. A técnica foi capaz de decompor o sinal em múltiplas escalas de tempo e mostrar que a construção das séries faz parte de interações complexas de oscilações em diferentes escalas. Percebeu-se que mesmo as localidades estando no semiárido baiano as regiões homogêneas pluviométricas têm regime climatológico diferentes.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

LOBÃO, J. S. B., FRANCA ROCHA, W. J. S., FREITAS, N. B. **Semi-Árido da Bahia, Limites Físico ou Sócio-Político? Uma Abordagem Geotecnológica para a Delimitação Oficial.** Anais – II Simpósio Regional de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto Aracaju/SE, 2004.

GOCIC, M., TRAJKOVIC, S. **Analysis of precipitation and drought data in Serbia over the period 1980-2010.** Journal of Hydrology 494, 32-42, 2013.





## **SOBRE ÁGUA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO**

NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. Rio de Janeiro: Editora IBGE, 2ª Edição. 1989. 421p.

NOBRE, C. A., CAVALCANTI, M. A. G., NOBRE, P.; KAYANO, M. T., BONATTI, J. P., SATYARMUTI, P., UVO, C. B., COHEN, J. C. **Aspectos da climatologia dinâmica do Brasil**. Climanálise, Número Especial: 124p. 106.

SANTOS, C. A. G., FREIRE, P. K. M. M., TORRENCE, C. **A Transformada Wavelets sua Aplicação na Análise de Séries Hidrológicas**. Volume 18 n.3, 271-280, 2013.

