

## VARIABILIDADE DA CHUVA DO RIO GRANDE DO NORTE, UTILIZANDO A TRANSFORMADA DE ONDELETAS

Adriana de Souza Costa (1); Wanessa Luana de Brito Costa (2); Fernanda Gonçalves Rocha (3);  
Célia Campos Braga (4)

<sup>1,2,3,4</sup> Universidade Federal de Campina Grande, <sup>1</sup>adriana\_scsouza@hotmail.com, <sup>2</sup>wanessaluanabc@hotmail.com, <sup>3</sup>weatherfgr@gmail.com, <sup>4</sup>celiadca@hotmail.com

### Introdução

A variabilidade climática vem causando relevantes e expressivos dados no meio ambiente no decorrer dos tempos. Cheias e secas devastam plantações frequentemente, o que acarreta em diversos prejuízos. Isso vem acontecendo em todo o globo, principalmente nas regiões mais semi-áridas. A exemplo da Região Nordeste do Brasil, a precipitação é escassa e tem flutuações interanuais bastante acentuadas, tanto na escala espacial quanto temporal.

Na climatologia é de fundamental importância investigar a frequência de ocorrência de eventos secos ou chuvosos, associando-os aos fenômenos físicos inibidores ou responsáveis (Calheiros et al., 2004; Barbosa et al., 2005). Diante disso, novas técnicas matemáticas e estatísticas têm sido desenvolvidas e introduzidas na caracterização de regimes atmosféricos não lineares associados à natureza de variáveis meteorológicas (Weng & Lau, 1994; Vitorino et al., 2006; Braga et al., 2014). Neste sentido, aplicou-se a Técnica da Transformada de Ondeletas (TO) em séries temporais de chuva de dados climatológicos em regiões do estado do Rio Grande do Norte. Essa técnica permite analisar sinais não estacionários identificando as principais periodicidades da variável em diferentes escalas de tempo/frequência e detectar as oscilações atmosféricas responsáveis pelo regime de chuva em cada área (Torrence & Compo, 1998; Echer et al., 2008).

O objetivo deste trabalho visa relacionar os mecanismos atmosféricos que modulam a precipitação em regiões homogêneas no estado usando a TO.

### Metodologia

O Rio Grande do Norte limita-se com os Estados do Ceará e da Paraíba. Apresenta uma extensão territorial de 52.811,126 km<sup>2</sup>, divididos em 167 municípios IBGE (2015).

As séries mensais de precipitação de quatro estações meteorológicas foram obtidos no site da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte (EMPARN) e do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET)), para o período de 1985 à 2016. Os postos escolhidos foram: Santa Cruz (-6.24°, -35.99°), Natal (-5.91°, -35.20°), Pau dos Ferros (-6.12°, -38.22°), Macau (-5.12°, -36.63°), conforme a Figura 1.

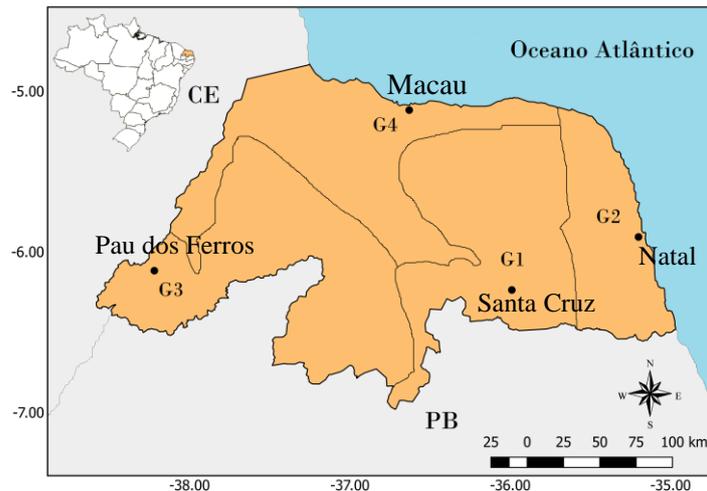


Figura 1. Localização do estado do Rio Grande do Norte, destacando as localidades de cada região homogênea.

Afim de compreender o comportamento da precipitação, aplicou-se a TO a séries mensais de quatro postos pluviométricos pertencentes a regiões homogêneas (RH) delimitadas anteriormente por Braga et. al., 2012, onde a delimitação das RH foi obtida pelo método de agrupamento de K-means, e a homogeneidade das regiões foi ajustada baseada no teste de significância de Bartlett (Bartlett, 1937).

Aplicou-se neste estudo a ondeleta base de “Morlet”, a qual possui uma boa representação de sinais não estacionários como simetria ou não simetria e variação temporal suave ou brusca e, é

dada por:

$$\Psi(t) = e^{iW_0 t \varepsilon} \varepsilon^{-\frac{t^2}{2}}$$

que representa uma onda modulada por um envelope Gaussiano, t parâmetro (adimensional) refere-se ao período ou escala temporais estudados e  $W_0$  (adimensional) à frequência do sinal.

## Resultados e Discussão

A Figura 2(a) ilustra a variabilidade temporal da precipitação de Santa Cruz pertencente ao Grupo 1, situado no Agreste e Curimataú. Esta região é a mais castigada pela seca no Estado, devido a maior influência dos ventos alísios secos de Nordeste, que incidem no Litoral Norte se interiorizando pelo território potiguar (Aspectos Físicos, 2010). As alturas pluviométricas variam entre 100 a 200 mm, com destaque para os anos de 1989, 2004, 2009 e 2011 que tiveram picos superiores a 250 mm (fig. 2a), nestes anos verificam-se interações entre escalas, a escala anual não é tão marcante (fig. 2b) devido ao fato da pluviometria da região não ser tão elevada. Também são



vistos picos de menor significância na escala de 4 e 8 anos, escala relacionada ao ciclo do ENOS, que concordam com os picos de variância na (fig. 2c).

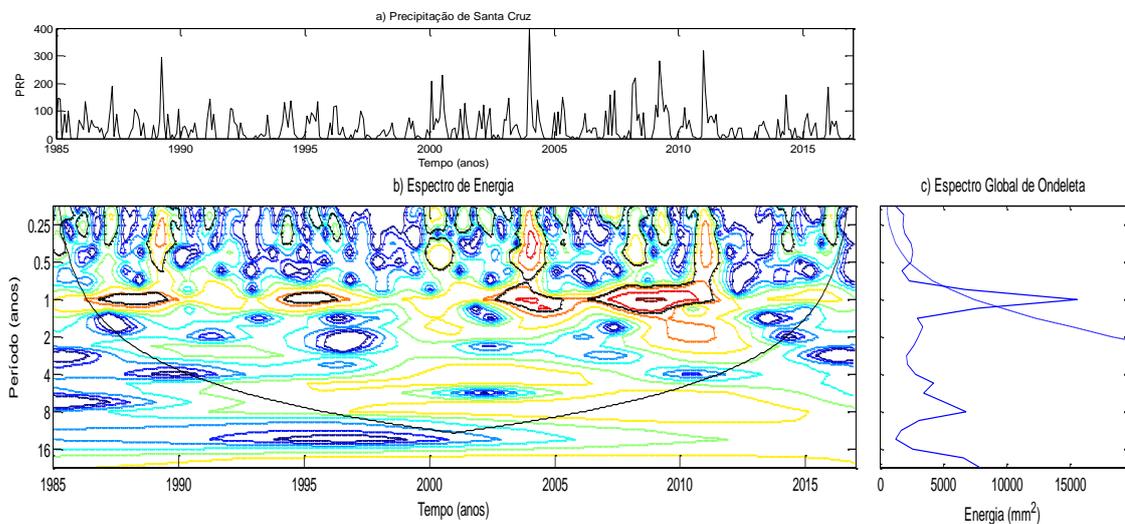


Figura 2. a) Série temporal de precipitação de Santa Cruz, b) Escalograma de energia de ondeletas, c) Espectro global.

A Figura 3 ilustra a análise da TO para a cidade de Natal pertencente ao Grupo 2, localizado no litoral leste. Possui clima úmido e sub-úmido com chuvas de março a julho que são influenciadas pela zona de convergência intertropical (ZCIT) e sistemas de leste (Uvo, 1989; Kousky, 1980). Observam-se na série temporal (Fig. 3-a) picos superiores a 400 mm nos anos de 1986, 1994, 1998, 2001, 2004-2005, 2007-2008 e 2014. Dentre todas as localidades estudadas, foi a que apresentou o ciclo anual mais marcante, com poucas interações entre escalas (Fig. 3-b), coincidindo com os máximos valores de chuva.

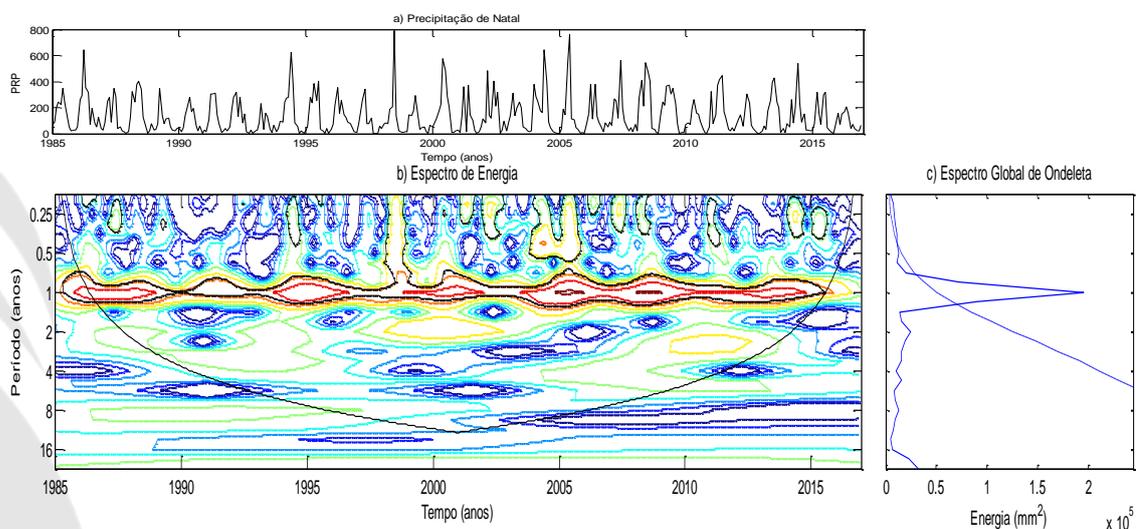


Figura 3. a) Série temporal de precipitação de Natal, b) Escalograma de energia de ondeletas, c) Espectro global.

No Grupo 3, analisou-se a localidade de Pau dos Ferros, situado no sul do Estado. Máximos de precipitação foram observados nos anos de 1986, 1996, 2004, 2008 e 2009 (Fig. 4-a). A Figura 4 (b) apresenta o escalograma de energia de ondeletas com predominância do ciclo anual, e interações com escalas menores, estas interações estão associadas com as maiores alturas pluviométricas. Nas escalas de 2 a 4 anos, núcleos de energia pouco significativos foram confirmados no espectro global (Fig. 4-c).

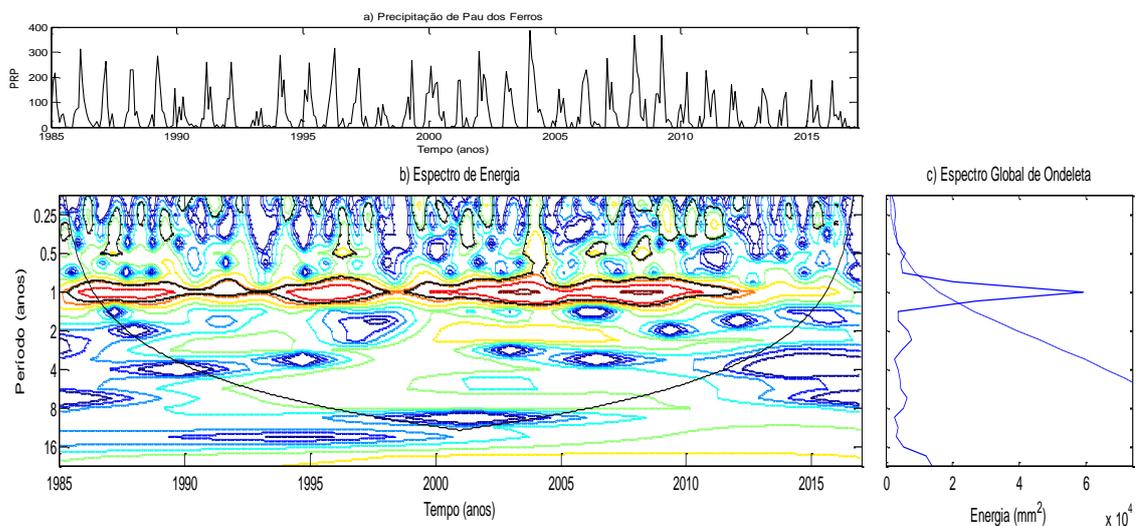


Figura 4. a) Série temporal de precipitação de Pau dos Ferros, b) Escalograma de energia de ondeletas, c) Espectro global.

Na Figura 5(a) é visualizado o Grupo 4, que se estende desde o litoral norte até a zona Mossoroense, analisou-se a localidade de Macau. Este grupo possui clima semiárido e período chuvoso de fevereiro a março, cujas precipitações são influenciadas pela ZCIT e sistemas de brisas. O comportamento espacial das séries temporais que compõem essa região é homogêneo. Apresenta precipitação superior a 200 mm nos anos de 1985, 1996, 2006, 2008 e 2009 (fig. 5-a). O espectro de energia de ondeleta mostra-se irregular com descontinuidade ao longo do tempo na escala anual, e interações entre as escalas sazonais, semianuais e intrassazonais (Fig. 5-b). O pico de variância pode ser visto na Figura 5(c), em escala anual e de 2 a 4 quatro anos.

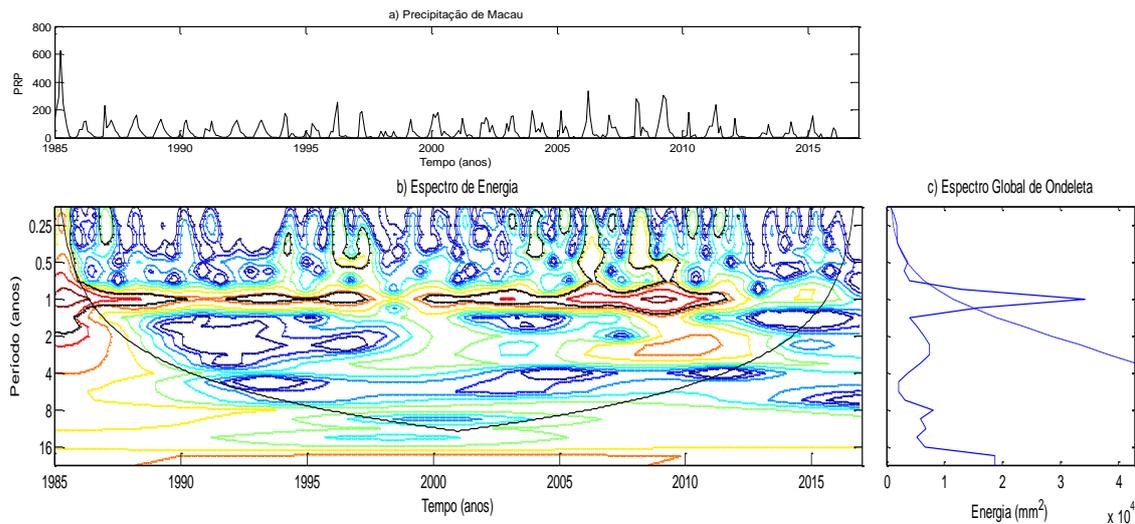


Figura 5. a) Série temporal de precipitação de Macau, b) Escalograma de energia de ondeletas, c) Espectro global.

## Conclusões

O Estado do Rio Grande do Norte apresenta intensa variabilidade nos padrões de precipitação em diferentes regiões. Isso pode ser constatado através dos padrões observados pela análise dos escalogramas de energia e de potência de ondeletas, que evidenciam interações intensas com as escalas de tempo de 4 a 8 anos para o grupo 1, e de 2 a 4 anos nos grupos 3 e 4. Os resultados encontrados revelam a atuação dos eventos de ENOS no estado. Percebeu-se que mesmo as localidades fazendo parte do mesmo Estado às regiões homogêneas pluviométricas têm regimes climatológicos diferentes.

## Agradecimentos

Os autores agradecem a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão de bolsas de estudos.

## Referências Bibliográficas

ASPECTOS FÍSICOS. Disponível em: <<http://www.idema.rn.gov.br/perfilrn/Aspectos-fisicos.pdf>>. Acesso em: 20 de fevereiro de 2010.

BARBOSA, T. F.; CORREIA, M. F. Sistemas convectivos intensos no semi-árido brasileiro: o controle da grande escala. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 20, n.3, p. 395- 410, 2005.

BARTLETT, M. S. **Properties of sufficiency and statistical tests**. Proceedings of the Royal Statistical Society Series A 160, p. 268-282, 1937.

- BRAGA, C., C. et al. Aplicação dos Componentes Principais na simulação e consistência de séries temporais, **Revista de Geografia**, v. 29, n. 1, p. 113-125, 2012.
- BRAGA, C., C. et al. The Role of the Tropical Atlantic and Pacific Oceans SST in Modulating the Rainfall of Paraíba State, Brazil. **Revista Brasileira de Geofísica**, v. 32, n. 1, p. 97-107, 2014.
- CALHEIROS, A. J. P.; MOLION, L. C. B. Reanálise da seca de 1992-1993 no nordeste do Brasil com ênfase no estado de alagoas. In: XIII CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, Fortaleza. **Anais eletrônicos...** 2004. Disponível em: <<http://www.cbmet.com/cbm-files/22dfa4c3643abd78c04a2fe92b0c06858a.doc>>. Acesso em 28 de março de 2011.
- ECHER, M. P. S. et al. Wavelet analysis of a centennial (1895–1994) southern Brazil rainfall series (Pelotas, 31°46'19"S 52°20'33"W). **Climatic Change**, v. 87, p. 489-497, 2008.
- EMPARN- Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte. Disponível em: <<http://187.61.173.26/monitoramento/monitoramento.php>>. Acesso em 26 de julho de 2017.
- IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Mapa de Biomas e de Vegetação, 2004. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 03 de setembro de 2015.
- INMET- Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>>. Acesso, 20 de setembro de 2017.
- KOUSKY, V. E. Diurnal rainfall variations in northeast Brazil. **Monthly Weather Review**, v.108, n.4, p.488-498, 1980.
- TORRENCE, C.; COMPO, G.P. A practical guide to wavelet analysis. **Bulletin of the American Meteorological Society**. 79, 61-78, 1998.
- UVO, C. R. B. **Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) e sua relação com a Precipitação na região norte e Nordeste do Brasil**. São José dos Campos, 1989. 82p. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) - Instituto de Pesquisas Espaciais, 1989.
- VITORINO, M. I.; SILVA DIAS, P. L.; FERREIRA, N. J. Observational study of the seasonality of the submonthly and intraseasonal signal over the tropics. **Meteorology and Atmospheric Physics**, v. 93, p. 17-35, 2006.
- WENG, H.; LAU, K-M. Wavelet, period doubling, and time-frequency localization with application to organization of convection over the tropical Western Pacific. **American Meteorological Society**, Set. P. 2523-2541, 1994.