Revista Brasileira de Geografia Física v.4, n.4 (2011) 665-676. DOI: 10.26848/rbgf.v4i4.232677

Revista Brasileira de Geografia Física

ISSN:1984-2295

Homepage: https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe

Estudo da Influência da Oscilação Decadal do Pacífico no Nordeste do Brasil

Djane Fonseca da Silva[1]; Josiclêda Domiciano Galvíncio[2]

[1]Prof. Pós-Doc Universidade Federal do Ceará (UFC), Campus Cariri, Curso de Agronomia. E-mail: djane.fonseca@cariri.ufc.br
[2]Prof Dr. do Curso de Geografia da UFPE. E-mail: josicleda@hotmail.com

Artigo recebido em 20/12/2010 e aceito em 10/05/2011

Resumo

Pretende-se nesse trabalho investigar como a ODP exerce influência sobre a variabilidade pluviométrica da sub-bacia hidrográfica do Baixo São Francisco, situada na região Nordeste do Brasil. Foram utilizados dados de precipitação de 17 localidades para o período de dados de 1911-1993 obtidos através da Agência Nacional das Águas (ANA) pelo site www.ana.gov.br/hidroweb. O pico dominante para a variabilidade temporal do BSF é da escala de 20,2-22 anos e pico secundário, significativo, ocorre na escala de 11 anos. Durante a ocorrência simultânea de ENOS e ODP negativa, as anomalias positivas aumentaram consideravelmente. O que parece é que a ODP negativa incrementa os valores das anomalias de chuva, tanto durante El Niño, quanto La Niña.

Palavras-chave: Oscilação Decadal do Pacífico, Baixo São Francisco, Análise de Ondeletas

Study of the Influence of the Pacific Decadal Oscillation in the Northeast of Brazil

Abstract

It is intended this work to investigate how the PDO influence on rainfall variability in the sub-basin of the Lower São Francisco, located in northeastern Brazil. We used precipitation data from 17 sites for the period 1911-1993 data obtained through the National Water Agency (ANA) by the site www.ana.gov.br / hidroweb. The dominant peak for the temporal variability of BSF is the range of 20.2 to 22 years and secondary peak, significantly, occurs in the range of 11 years. During the simultaneous occurrence of ENSO and PDO negative, the positive anomalies have increased considerably. It turns out that the PDO increases the negative values of abnormal rainfall, both during El Niño, and La Niña.

Keywords: Pacific Decadal Oscillation, Low São Francisco, Wavelet Analysis

1. Introdução

As secas severas no Nordeste do Brasil (NEB), objeto de inúmeros estudos por seus impactos sociais e econômicos, têm sido relacionadas à ocorrência do El Niño. Entretanto, a relação entre El Niño e as secas no NEB não comporta só uma forma de interpretação (Kane e Trivedi, 1988; Kane, 1992; Kane, 1997). Kane (1997) mostrou que dos 46 El Niños (fortes e moderados) do período de 1849-1992, somente 21 (45%) estiveram associados a secas severas em Fortaleza, por exemplo. Então isso significa que não só o ENOS influencia o clima do NEB, mas sim outras variações climáticas.

Zhang et al. (1997) separaram a variabilidade temporal do Oceano Pacífico em duas componentes: uma relacionada à escala

de variabilidade interanual do ciclo ENOS, e a outra linearmente independente incluindo toda a variabilidade interdecadal, na qual destaca-se a Oscilação Decadal do Pacífico (ODP).

Estudos comprovaram que anomalias de precipitação relacionadas ao ENOS em certas regiões do globo podem ser moduladas por modos de clima de baixa freqüência, ou seja, longos tempo para ocorrer um próximo evento (Gershunov e Barnett, 1998; McCabe e Dettinger, 1999; Gutzler et al., 2002; Krishnan e Sugi, 2003). Entre esses modos de clima de baixa freqüência, a Oscilação Decadal do Pacífico (ODP) exerce um papel importante (Mantua et al., 1997).

Segundo Gershunov e Barnett (1998) a ODP e o ENOS podem ter efeitos combinados na distribuição anômala de precipitação em algumas regiões, agindo "construtivamente", com anomalias fortes e bem definidas quando elas estão na mesma fase e "destrutivamente", com anomalias fracas e mal definidas quando elas estão em fases opostas (Brown e Comrie, 2004 apud Andreoli e Kayano, 2005).

Desde a década de 90 que a aplicação das Análises das Ondeletas (AO) vem sendo utilizada em diversas áreas da ciência e da técnica, desde as ciências médicas às ciências exatas, da eletrônica à ótica aplicada (Vitorino, 2003). Assim, para se analisar variações decadais nas séries pode-se utilizar a AO. A partir dessas pode-se detectar oscilações de 12 anos como de 3-7 anos (Tucci e Braga, 2003) e gerar uma medida quantitativa (freqüência) de mudanças ao longo do tempo e determinar o período total dessas mudanças.

Segundo Barbosa *et al*. (2004), basicamente, a idéia central da AO, no contexto de análises de sinais, consiste em decompor uma série temporal em diferentes níveis de resolução tempo-frequência e, então determinar, as componentes da variabilidade dominante.

Na meteorologia, houve grande quantidade de trabalhos aplicando a AO ao sinal turbulento (Farge, 1992). No que se refere à climatologia e à dinâmica atmosférica, poucos estudos utilizaram até o momento a AO. A grande maioria dos trabalhos desenvolvidos na dinâmica atmosférica enfocam as escalas climáticas, desde a sua variabilidade interdecadal a intrasazonal. Em geral, estes trabalhos buscam uma metodologia eficaz na localização de fenômenos transientes e que atuem simultaneamente em várias escalas de tempo, proporcionando novas perspectivas e abordagens de análises, impossíveis de se efetuarem através dos métodos tradicionais.

Esta técnica é útil para detectar, analisar e caracterizar as escalas de tempo que afetam os sistemas atmosféricos sobre a América do Sul e oceanos adjacentes. Esta ferramenta revela a estrutura temporal das séries temporais não-estacionárias. O reconhecimento que a AO possui propriedades matemáticas capazes de quantificar as relações tempo-escala em

meteorologia, estimula muitas pesquisas em mesoescala e na escala sinótica (Repelli *et al*.,1998; Schneider *et al*., 2005).

Alguns trabalhos que utilizaram as análises de ondeletas para estudos meteorológicos ou hidrológicos: Gu e Philander (1995), Robock e Mao (1995), Robock e Free (1995), Andreoli e Kayano (2004), Abreu Sá *et al*. (1998), Torrence e Compo (1998), Torrence e Webster (1999), Schneider *et al.* (2005), Labat *et al.* (2005) e Da Silva *et al.* (2010).

O estudo mais detalhado desta sub-bacia reveste-se de importância econômica, turística e ambiental. O diagnóstico climático pode auxiliar nos planejamentos do uso da água, agrícola, energético, pesqueiro, sucro-alcooleiro e industrial no âmbito da sub-bacia hidrográfica. Adicionalmente, com a compreensão dos mecanismos geradores de precipitação, da sua variabilidade e dos seus efeitos que, ora afetam as atividades econômicas e consequentemente a população da região, a sociedade ganhará no sentido de planejar suas atividades e reduzir perdas.

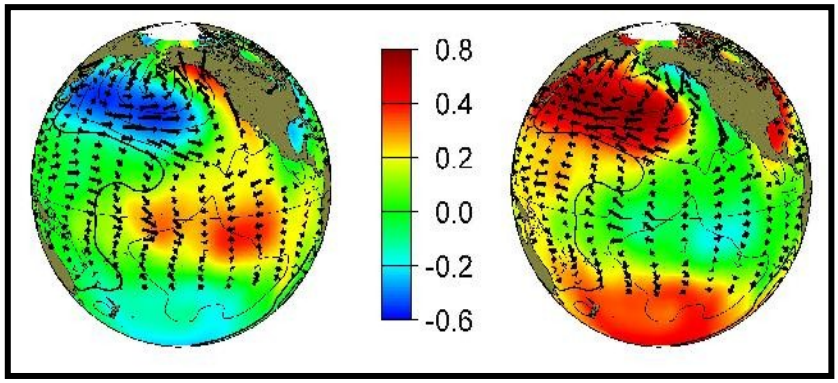
Assim sendo, pretende-se nesse trabalho investigar como a ODP exerce influência sobre a variabilidade pluviométrica da sub-bacia hidrográfica do Baixo São Francisco, situada na região Nordeste do Brasil. Para tanto será usada a técnica de análise de ondeletas.

1.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1.1.1 Oscilação Decadal do Pacífico (ODP)

ODP significa Oscilação Decadal do Pacífico ou ainda pode ser chamada de PDO, Pacific Decadal Oscillation. A designação PDO deve-se a Steven Hare e Robert Francis, que a propuseram entre 1995/96, ao pesquisar conexões entre "ciclos" de produção de salmão no Alaska e condições climáticas no Oceano Pacífico (Hare e Francis, 1995).

Nota-se que a ODP comporta-se como uma "gangorra" entre a temperatura de superfície do mar (TSM) ao longo da costa oeste da América do Norte em respeito ao restante da bacia do Pacífico Norte como mostrado na Figura 1.



FASE POSITIVA **(ou *FASE QUENTE*)** ***FASE NEGATIVA*** **(ou *FASE FRIA*)**

Figura 1. Fases da ODP (Fonte : Mantua / PDO-Internet page).

1.1.2 Influência da ODP

A influência mais nítida da ODP é no clima da América do Norte, além de seu papel na biodiversidade e nas populações de salmão no Alaska e no Noroeste dos Estados Unidos. Há evidências de que os estoques das populações de salmão no Pacífico Norte variavam em função de condições climáticas oceânicas. Assim, na fase multidecadal positiva de 1977 a meados da década de 90, ocorreu um aumento na produção de salmão no Alaska juntamente com um decréscimo dessa produção na costa noroeste dos Estados Unidos. Em princípio, numa fase negativa, dá-se o contrário. Do ponto de vista do clima continental, comportamentos opostos podem ser também denotados, nas fases positiva/negativa da ODP, no que se refere à temperatura do ar, precipitação, etc., de outubro a março em várias regiões da América do Norte. Por exemplo, a precipitação no noroeste da América do Norte e nos Grandes Lagos aumentou acima da média na fase negativa da ODP e diminuiu abaixo da média na fase positiva (Hare e Francis, 1995).

De acordo com Molion (2005) a ODP parece ter entrado novamente em sua fase negativa a partir de 1999, na qual deve permanecer até cerca de 2025, com um conseqüente aumento (redução) da freqüência de eventos La Niña (El Niño). Ainda, conforme o autor, se o sistema Terra-oceanos-atmosfera se comportar como na fase fria anterior da ODP (1947-76), a temperatura média global deverá diminuir, pelo menos, de cerca de 0,15°C até 2025.

Aceitando a hipótese que o Pacífico e sua Oscilação Decadal sejam um controlador importante do clima global, pode se arriscar a fazer os prognósticos qualitativos que se seguem. O clima global poderá experimentar um resfriamento paulatino nos próximos 25 anos se a ODP comprovadamente permanecer em sua nova fase fria. O Brasil também poderá sofrer mudanças climáticas. Resultados indicaram que os invernos foram mais intensos, com aumento da freqüência de geadas, fato também comprovado por Pezza e Ambrizzi (2005).

Durante a ocorrência da fase positiva da ODP, há a tendência de maior número de episódios de El Niño e mais intensos. Menor número de La Niña, e menos intensas. Já durante a fase negativa da ODP, há maior ocorrência de episódios de La Niña, que tendem a ser mais intensos, e menor freqüência de El Niños, os quais tendem a ser curtos e rápidos (Andreoli e Kayano, 2005). Assim, a fase negativa da ODP então é favorável para o Nordeste do Brasil.

Xavier e Xavier (2004) calcularam correlações entre o índice médio da ODP de Mantua, em novembro-março, com respeito à chuva acumulada em bimestres e trimestres consecutivos, para várias regiões pluviometricamente homogêneas do Ceará. Os resultados destes autores não foram conclusivos, no sentido de que as correlações eram baixas e estatisticamente não

significativas. Eles evidenciaram que a ODP não influi significativamente no estado do Oceano Atlântico Intertropical, não encontraram indícios de que a ODP possa modular as chuvas no Nordeste Setentrional (em particular no Ceará) durante a pré-estação ou no início da estação chuvosa, e que nas chuvas a partir de março/abril no Ceará, o sinal da ODP é muito fraco comparativamente à do ENOS.

Em Mantua *et al.* (1997) foi verificado que a atmosfera co-varia com o índice de ODP, sugerindo um fenômeno acoplado, tendo por exemplo relação entre PNMM e vento com índice de ODP e ATSM no Pacífico Norte central.

2. Metodologia

Neste trabalho foram utilizados dados de precipitação para o período de dados de 1911-1993 obtidos através da Agência Nacional das Águas (ANA) pelo site www.ana.gov.br/hidroweb.

As 17 localidades no BSF (Figura 2) utilizadas no estudo foram: Água Branca, Junqueiro, Lagoa da Canoa, Major Isidoro, Minador do Negrão, Pão de Açúcar, Penedo, Piranhas, Pontal da Barra, São Brás, Traipú, Gracho Cardoso, Ilha das Flores, Poço Redondo, Porto da Folha, Pacatuba e Propriá.

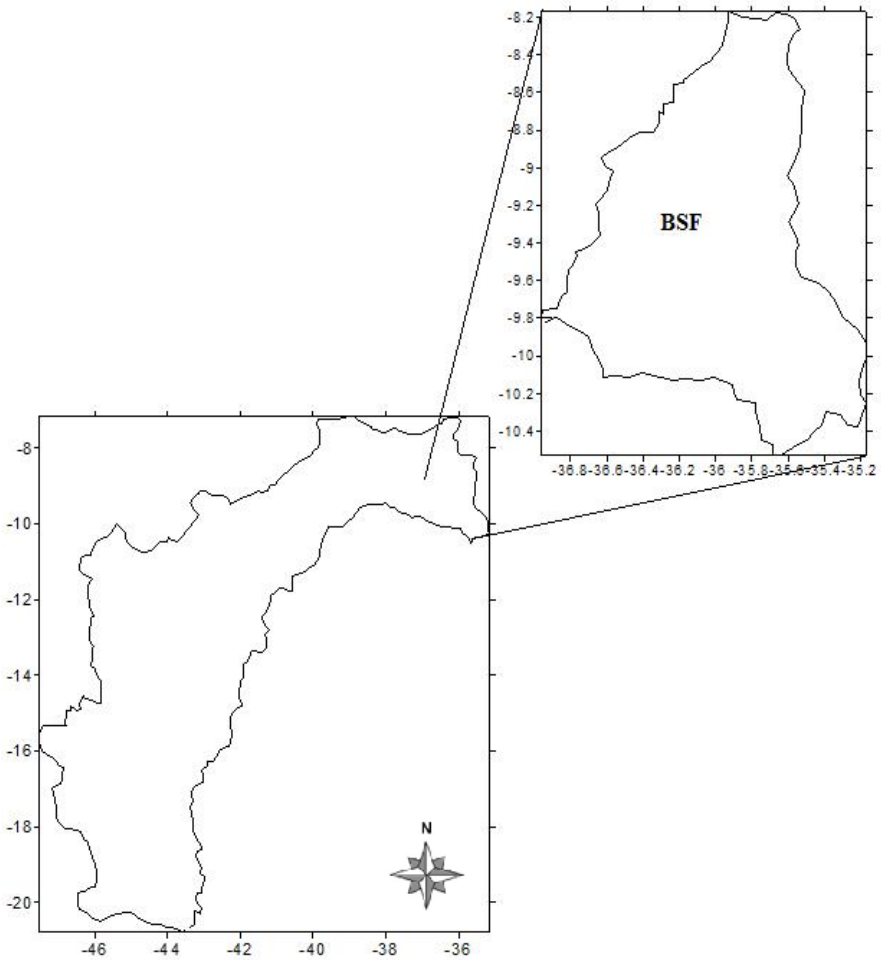


Figura 2. Bacia hidro gráfica do rio São Francisco com ênfase para o Baixo São Francisco

Os dados de precipitação foram sujeitas à Análise de Ondeleta (AO) para todo o período com a intenção de identificar tendências, ciclos ou oscilações no âmbito da região, e ao mesmo tempo verificar as escalas temporais dominantes.

O índice de precipitação que foi submetido à AO foi obtido da anomalia de precipitação calculada a partir da climatologia mensal e normalizado pelo respectivo desvio-padrão mensal:

$$AVar_{i,j} = (Var_{i,j} - \overline{Var_i})/\sigma_i \qquad (1)$$

Em que: $AVar_{i,j}$ é a anomalia normalizada da precipitação no ano j = 1, 2, 3, ..., N e mês i = 1, 2, 3, ..., 12; $Var_{i,j}$ é a precipitação no ano j = 1, 2, 3, ..., N e mês i = 1, 2, 3, ..., 12 ; $\overline{Var_i}$ e σ_i são a média climatológica e o desvio padrão do mês i.

O uso da série de anomalias de precipitação para o ASF como índice de precipitação também foi aplicada em Kousky e Chu (1978) e Andreoli et al. (2004) e Da Silva (2009).

A partir dos dados de precipitação também foram gerados mapas para visualização espacial através do software Surfer 9.0, para verificar a distribuição espacial durante a ocorrência simultânea de ENOS e ODP. Os anos de eventos de ENOS e ODP foram escolhidos através da metodologia e critérios utilizados por Andreoli e Kayano (2005), os quais foram: 1972 (El Niño e ODP fria), 1975 (La Niña e ODP fria), 1982 (El Niño e ODP quente) e 1988 (La Niña e ODP quente).

2.1 Análise de Ondeletas (AO)

A ondeleta de Morlet é usada neste trabalho (Torrence e Compo, 1998). Esta ondeleta é uma exponencial complexa modulada por uma Gaussiana, $e^{i\omega_o\eta}e^{-\eta^2/2}$, com $\eta = t/s$, onde t é o tempo, s é a escala da ondeleta e ω_0 é uma freqüência não dimensional. O procedimento computacional da AO usada aqui é a descrita por Torrence e Compo (1998). Vale mencionar que a função de ondeleta de cada escala s é normalizada por $s^{-1/2}$ para se obter energia unitária. A ondeleta Morlet é complexa e possui características semelhantes às de sinais meteorológicos, tais como simetria ou assimetria, e variação temporal brusca ou suave. Segundo a literatura, este é um critério para escolha da função ondeleta (Weng e Lau, 1994; Morettin, 1999).

3. Resultados e Discussão

O pico dominante para a variabilidade temporal do BSF é da escala de 20,2-22 anos (Figura 2b) ocorrendo de 1940 a 1990 (Figura 2a). O pico secundário, significativo, ocorre na escala de 11 anos, vista acentuada de 1955-1980. Ao longo da série as variabilidades interanuais curtas e sazonais foram frequentes. O sinal do ENOS foram visualizados em 1911-1918, 1922-1928 e de 1990-1993. Assim, mais uma vez, como nas

outras sub-bacias, a variabilidade decadal domina sobre as outras escalas temporais.

De acordo com a literatura, citados em Da Silva (2003), períodos de aproximadamente 21 anos, podem estar relacionados com ciclos de atividade solar, variações de atração gravitacional entre Terra-Lua-Sol ou variações internas do sistema Terra-oceano-atmosfera. Já os de 11 anos são associados ao ciclo de manchas solares (Kerr, 1996 e Molion, 2005).

Em adição, a ODP antes de 1974, apresentou-se na sua fase fria, quando ocorreram mais eventos de La Niña, o que pode ter influenciado na distribuição positivamente anômala do BM. Após 1974, o período mostrou-se influenciado pela fase quente da ODP na qual ocorreram mais eventos de El Niño.

2a) Espectro de Potência da Ondaleta (EPO) 2b) Espectro de Potência Global (EPG)

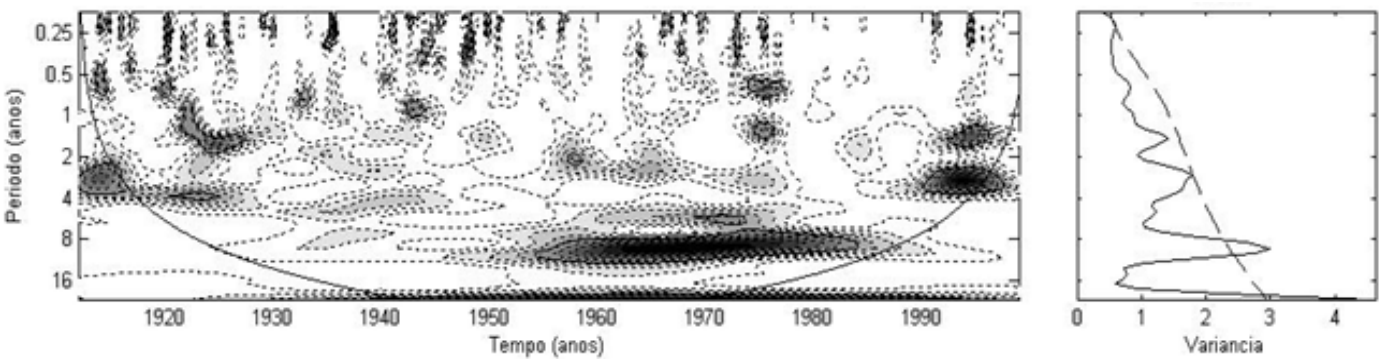


Figura 2. a) Espectro de Potência da Ondaleta para precipitação do BSF. Contornos tracejados correspondem a valores de variância normalizados. Contornos sombreados correspondem a variâncias significativas ao nível de confiança de 95%. A curva em forma de U representa o cone de influência, sob o qual o efeito de borda é importante; b) Espectro de Potência global, o contorno tracejado indica que o EPG é significativo ao nível de confiança de 95%.

Durante a ocorrência simultânea de ENOS e ODP negativa, as anomalias positivas aumentaram consideravelmente, se comparar as Figuras 3a e 3b. Com El Niño e ODP positiva, sinais opostos dos fenômenos (Figura 3b), as anomalias variam de -1 a +1, com máximos no sul do BSF, quando na Figura 3a os máximos ocorriam no norte do BSF.

Com o La Niña e ODP negativo, os máximos também ocorreram no norte do BSF, mas com anomalias menores que durante El Niño e ODP negativo, pois agora tem sinais opostos, mesmo sendo ano de La Niña (Figura 3c). No entanto, em ano de La Niña e ODP positiva (Figura 3d), as anomalias positivas não foram tão significativas. O que parece é que a ODP negativa incrementa os valores das anomalias de chuva, tanto durante El Niño (Figura 3a) quanto La Niña (Figura 3c).

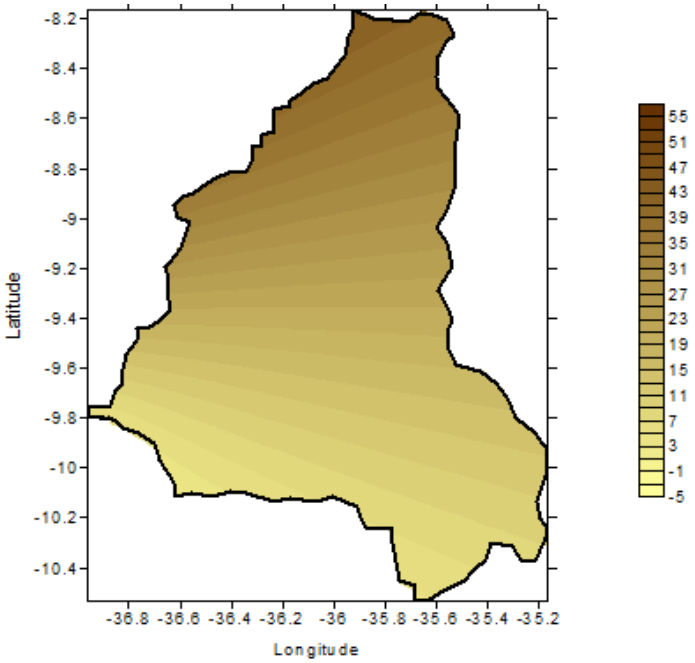


Figura 3a. Anomalias de precipitação no ano de 1972 (EN e ODP-).

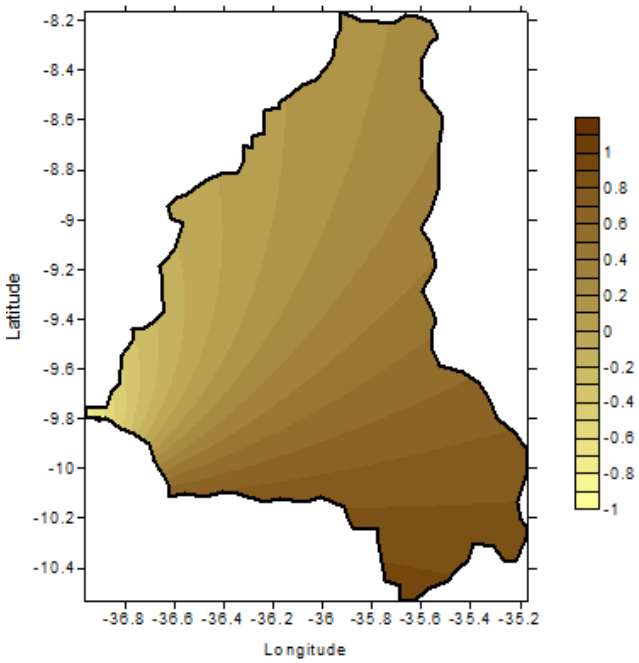


Figura 3b. Anomalias de precipitação no ano de 1982 (EN e ODP +).

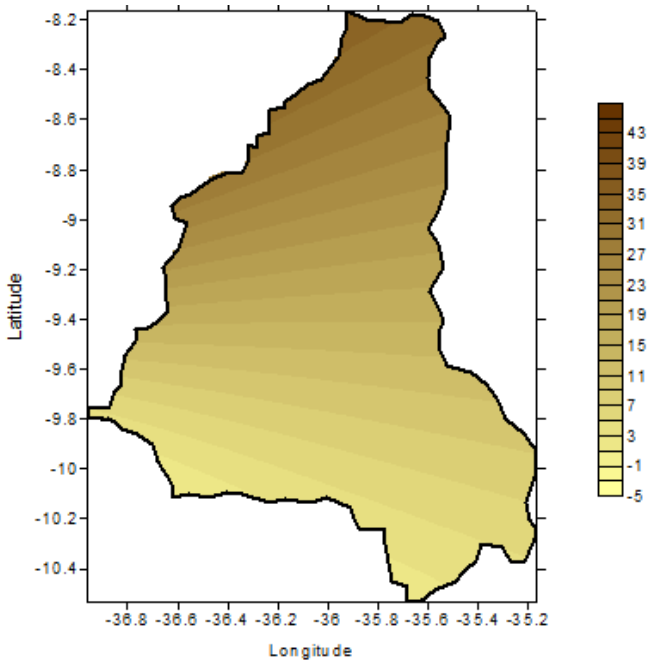


Figura 3c. Anomalias de precipitação no ano de 1975 (LN e ODP -).

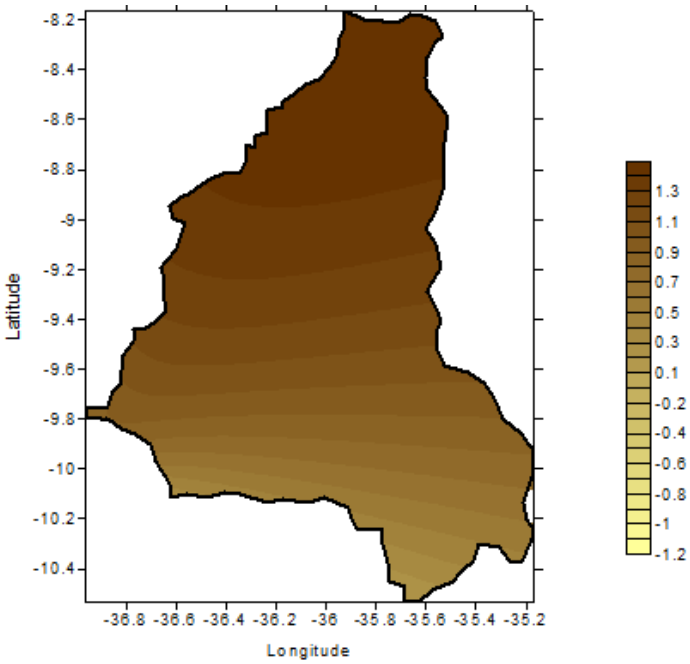


Figura 3d. Anomalias de precipitação no ano de 1988 (LN e ODP+).

4. Conclusões

O pico dominante para a variabilidade temporal do BSF é da escala de 20,2-22 anos e pico secundário, significativo, ocorre na escala de 11 anos. Ao longo da série as variabilidades interanuais curtas e sazonais foram frequentes. O sinal do ENOS foram visualizados em 1911-1918, 1922-1928 e de 1990-1993. Assim, mais uma vez, como nas outras sub-bacias, a variabilidade decadal

domina sobre as outras escalas temporais.

Durante a ocorrência simultânea de ENOS e ODP negativa, as anomalias positivas aumentaram consideravelmente. Com El Niño e ODP positiva, sinais opostos dos fenômenos, as anomalias variam de -1 a +1, com máximos no sul do BSF, quando os máximos ocorreram no norte do BSF. Em ano de La Niña e ODP positiva, sinais iguais, as anomalias positivas não foram tão significativas. O que parece é que a ODP negativa incrementa os valores das anomalias de chuva, tanto durante El Niño, quanto La Niña.

5. Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq pela concessão de bolsa de pós-doutorado ao primeiro autor.

6. Referências

Almanaque Vale do São Francisco. (2001). edição 1, CODEVASF, 412 p..

Andreoli, R.V.; Kayano, M.T. (2004). Multi-scale variability of the sea surface temperature in the Tropical Atlantic, Journal of Geophysical Research, 109, C05009.

Andreoli, R.V.; Kayano, M.T. (2005). Enso-Related Rainfall Anomalies in South America and Associated Circulation Features During Warm and Cold Pacific Decadal Oscillation Regimes, International Journal of Climatology. Internacional Journal Climatology, 25: 2017–2030.

Andreoli, R.V., Kayano, M.T., Guedes, R.L., Oyama, M.D., Alves, M.A.S. (2004). A influência da temperatura da superfície do mar dos Oceanos Pacífico e Atlântico na variabilidade de precipitação em Fortaleza, Revista Brasileira de Meteorologia, v.19, n.3, 337-344.

Abreu SÁ, L.D.; Sambatti, S.B.M.; Galvão, G.P. (out. 1998). Ondeleta de Morlet aplicada ao estudo da variabilidade do Nível do rio Paraguai em Ladário, MS; Número Especial, p.1775-1785, Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, vol.33.

Barbosa, E.B.M.; Rosa, M.M.; Vijaykumar, N.L.; Bolzan, M.J.A.; Tomasella, J. (2004). Caracterização por Ondeletas de Processos Físicos Não-Lineares na Micro-bacia Amazônica, INPE, São José dos Campos.

Da Silva, D.F.; Sousa, F. A. S.; Kayano, M.T. (2010). Escalas temporais da variabilidade pluviométrica na Bacia hidrográfica do rio Mundaú. Revista Brasileira de Meteorologia, v.25, n.3, 147 – 155.

Da Silva, D.F. (março 2009). Análise de aspectos climatológicos, ambientais, agroeconômicos e de seus efeitos sobre a Bacia hidrográfica do rio Mundaú (AL e PE). Tese de Doutorado em Recursos Naturais, UFCG (PB).

Farge, M.: (1992). Wavelet transforms and their applications to turbulence. Ann.Rev.Fluid Mech., 24, 395-457.

Gershunov A, Barnett, T.P. (1998). Interdecadal modulation of ENSO teleconnections. Bulletin of the American Meteorological Society, 79: 2715–2725.

Gu, D.; Philander, G.H. (1995). Secular changes of annual and interannual variability in the Tropics during the past century. Journal of Climate, 8, 864-876.

Gutzler D.S.; Kann, D.M.; Thornbrugh, C. (2002). Modulation of ENSO-based long-lead outlooks of southwestern U.S. winter precipitation by the Pacific decadal oscillation. Weather and Forecasting, 17: 1163-1172.

Hare, S.R.; Francis, R.C. (1995). Climate Change and Salmon Production in the Northeast Pacific Ocean, In R.J. Beamish [ed.], Climate Change and Northern Fish Populations, Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci., 121.

Kane, R. P.; Trivedi, N. B. (1988). Spectral characteristics of the annual rainfall series for northeast Brazil, Climate Change, v.13, p.317-336.

Kane, R. P. (1992). El Niño and La Niña events and rainfall in NE and South Brazil, Rev. Bras. Geofís., v.10, n.2, p.49-59.

Kane, R. P. (1997). Prediction of droughts in North-east Brazil: Role of ENSO and use of periodicities, Inter. J. Climatol., v.17, p.655-665.

Kerr, R.A. (1996). A now dawn for sun-climate links? Science, Washington, DC, v.271, nº5254, p.1360- 1361.

Krishnan, R.; Sugi, M. (2003). Pacific deacadal oscillation and variability of the Indian summer monsoon rainfall. Climate Dynamics 21: 233-242.

Kousky, V.E.; Chu, P.S. (1978). Fluctuations in annual rainfall for northeast Brazil, J. Meteor. Soc. Japan, v.56, p.457-466.

Labat, D; Ronchail, J.; Guyot, J.L. (2005). Recent advances in Wavelet analyses, part 2-Amazon, Parana, Orinoco and Congo discharges time scale variability. Journal of Hidrology, p.1-23.

Mantua, N.J.; Hare, S.R.; Zhang, Y.; Wallace, J.M.; Francis, R.C. (1997). A Pacific Interdecadal Climate Oscillation with Impacts on Salmon Production, Bulletin of the American Meteorological Society, Vol. 78, pp. 1069-1079.

McCabe, G.B.; Dettinger, M.D. (1999). Decadal variations in the strength of ENSO teleconnections with precipitation in the western. United States. International Journal of Climatology 19:1399-1410.

Morettin, P.A. (1999). Ondas e Ondeletas: Da Análise de Fourier à Análise de Ondeletas, edusp, 193 p..

Molion, L.C.B. (2005). Aquecimento Global, El Niños, Manchas Solares, Vulcões e Oscilação Decadal do Pacífico, Revista Climanálise.

PROJETO DE GERENCIAMENTO INTEGRADO DAS ATIVIDADES DESENVOLVIDAS EM TERRA NA BACIA DO SÃO FRANCISCO ANA/GEF/PNUMA/OEA. (2004). Subprojeto 4.5C – Plano Decenal de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco -PBHSF (2004-2013).

Pezza, A. B.; ambrizzi, T. (2005). Cold waves in South America and freezing temperatures in São Paulo: Historical background (1888-2003) and case studies of cyclones and anticyclones tracks, Revista Brasileira de Meteorologia: 20(1), 141-158, SBMET, Rio de Janeiro.

Repelli, C. A.; Ferreira, N. S.; Alves, J. M. B.; Nobre, Carlos Afonso. (1998). Índice de anomalia de precipitação para o Estado do Ceará. In: X CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA E VIII CONGRESSO DA FLlSMET, 1998, Brasília DF. Anais do X Congresso Brasileiro de Meteorologia e VIII Congresso da FLlSMET.

Robock, A.; Mao, J. (1995). The volcanic signal in surface temperature observations. Journal of Climate, Boston, v.8, n.5, p.1086-1103.

Robock, A.; Free, M.P. (june 1995). Ice cores as an index of global volcanism from 1850 to the present. Journal of Geophysical Research: series D, Washington, DC, v.100, n.6, p.11549-11568.

Schneider M., Vitorino, I., Silva Dias, P.L. (2005). Monitoramento da Intrasazonalidade por meio da Transformada em Ondeletas, Simpósio Internacional de Climatologia, Anais..., Fortaleza.

Torrence, C.; Compo, G.P.: (1998). A practical guide to wavelet analysis. Bull.Amer.Meteor.Soc., 79, 61-78.

Torrence, C.; Webster, P.J. (1999). Interdecadal changes in the ENSO-monsoon system. J.Climate, 12, 2679-2690.

Tucci, C.E.M; Braga, B. (2003). Clima e Recursos Hídricos no Brasil, Coleção ABRH, p. 348.

Vitorino, M.I. (2003). Análise das Oscilações Intrasazonais sobre a América do Sul e Oceanos Adjacentes Utilizando a Análise de Ondeletas, Tese de Doutorado em Meteorologia, INPE, São José dos Campos.

Weng, H. Lau, K-M. (1994). Wavelets, period doubling, and time-frequency localization with application to organization of convection over the Tropical Western Pacific. Journal of the Atmospheric Sciences, v.51, n.17, p.2523-2541.

Xavier, T.M.B.; Xavier, A.F.S. (2004). A ODP- "Oscilação Decadal do Pacífico" (PDO – "Pacific Decadal Oscillation") e eventos no Atlântico intertropical e no Nordeste Setentrional do Brasil, Anais do XIII Congresso Brasileiro de Meteorologia, Fortaleza-CE.

Zhang, Y.; Wallace, J.M.; Battisti, D. (1997). ENSO-like interdecadal variability: 1900-93, Journal of Climate, v.10, p.1004-1020.