



ISSN:1984-2295

Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: www.ufpe.br/rbgfe



Influência Interdecadal (ODP e OMA) nas Cotas do Rio São Francisco

Djane Fonseca da Silva¹

¹Prof^aDr^a CCAT, UFC Campus Cariri, PRODER – Pós-graduação em Desenvolvimento Regional Sustentável, Juazeiro do Norte (CE), Bolsista BPI – FUNCAP. E-mail: djane.fonseca@cariri.ufc.br

Artigo recebido em 09/11/2012 e aceito em 02/12/2012

RESUMO

O objetivo desta pesquisa é analisar as influências das ocorrências simultâneas de ENOS e ODP e ENOS e OMA sobre as cotas do rio São Francisco. Os dados diários de cotas de rio utilizados foram obtidos através da Agência Nacional das Águas. Foram analisadas as cotas nas quatro sub-bacias hidrográficas do rio São Francisco. O período de dados é de 1938-2010. Em anos de El Niño há aumento de cotas no Alto São Francisco e o mesmo aumenta mais quando em mesma fase da ODP. A bacia hidrográfica se beneficia com a ocorrência simultânea de El Niño e OMA negativa, já que o primeiro promove aumento de chuvas nas cabeceiras do rio e o segundo, aumento de chuvas no NEB.

Palavras-chave: Oscilação Decadal do Pacífico, Oscilação Multidecadal do Atlântico, El Niño Oscilação Sul, Bacia hidrográfica do rio São Francisco.

Influence Interdecadal (PDO and AMO) in Levels of the São Francisco River

ABSTRACT

The objective of this research is to analyze the influences of simultaneous occurrences of ENSO and PDO and ENSO and AMO on the levels of the São Francisco River. The data daily levels of river used were obtained through the National Water Agency. Levels were analyzed in four sub-basins of the São Francisco River. The data period is from 1938 to 2010. In El Niño years ago increased levels in the Alto São Francisco and increase more when in the same phase of the PDO. The basin hydrographic benefits from the simultaneous occurrence of El Niño and AMO negative, since the former promotes increased rainfall in the headwater of the river and the second increase in rainfall in the NEB.

Keywords: Pacific Decadal Oscillation, Atlantic Multidecadal Oscillation, El Niño Southern Oscillation, Basin hydrographic of the River São Francisco.

Introdução

Na escala interanual, a variabilidade no Oceano Pacífico é a principal fonte de influência para o clima de algumas regiões. Porém, este setor oceânico contém outra escala de variabilidade temporal. Zhang *et al.* (1997) separaram a variabilidade temporal do Oceano Pacífico em duas componentes: uma relacionada à escala interanual do ciclo de El Niño-Oscilação Sul (ENOS) e a outra, linearmente independente incluindo toda a variabilidade interdecadal, a Oscilação Decadal do Pacífico (ODP).

Anomalias de precipitação relacionadas ao El Niño Oscilação Sul (ENOS) em certas regiões do globo podem ser moduladas por

modos climáticos de mais baixa frequência, como a variabilidade interdecadal (Gershunov e Barnett, 1998). Entre esses modos climáticos de baixa frequência, a ODP (Figura 1) exerce um papel importante (Mantua *et al.*, 1997).

De acordo com 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 ou “destrutivamente”, com anomalias fracas e mal definidas quando elas estão em fases opostas (Andreoli e Kayano, 2005).

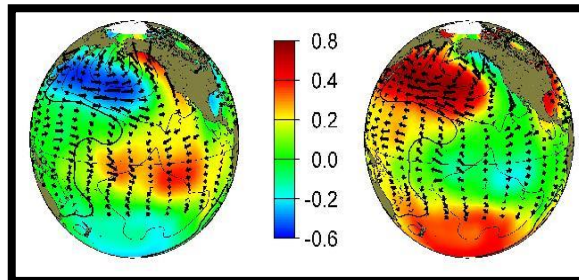


Figura 1. Fases quente (esquerda) e fria (direita) da Oscilação Decadal do Pacífico. Fonte : Mantua / PDO-Internet page

De acordo com 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 ou “destrutivamente”, com anomalias fracas e mal definidas quando elas estão em fases opostas (Andreoli e Kayano, 2005).

Alguns estudos como Zhang *et al.* (1997), Mantua *et al.* (1997), Gershunov e Barnett (1998) e Andreoli e Kayano (2005), relataram a influência da ODP sobre a América do Sul. Foi verificado que na fase da ODP positiva ou quente há maior número de El Niño, e mais intensos, ocorrendo contrário com o La Niña. Já na fase negativa da ODP, ou fase fria, há maior número de La Niña, e mais intensas, ocorrendo o contrário com El Niño.

Quanto às influências de variações do clima sobre a bacia hidrográfica do rio São Francisco, Galvínio (2000) observou que existe uma relação direta entre a precipitação e os índices de anomalias de temperatura de superfície do mar (TSM) nas diferentes áreas dos Niños, mostrando os contrastes entre o Alto São Francisco (ASF)/Médio São Francisco (MSF) e Baixo São Francisco (BSF). Em anos de El Niño, ocorrem altas precipitações na sub-bacia do ASF, e consequentemente altas vazões, e baixas

precipitações na sub-bacia do BSF. Em anos de La Niña, ocorre exatamente o contrário, ou seja, altas precipitações na sub-bacia do BSF e baixas sobre a sub-bacia do ASF.

Da Silva *et al.* (2011) concluíram que no Alto São Francisco não é notável uma associação entre as fases do El Niño Oscilação Sul e Oscilação Decadal do Pacífico, como notado em outras regiões do Nordeste do Brasil, para dados de precipitação. No Submédio São Francisco, ficou claro que a associação das mesmas fases de El Niño Oscilação Sul e Oscilação Decadal do Pacífico promoveram diminuição nas chuvas, quando estão na fase quente dos dois eventos, e aumento nas chuvas, quando na fase fria dos dois eventos. Os autores concluíram ainda que parece que as áreas do Nordeste do Brasil são mais sensíveis à associação do El Niño Oscilação Sul e Oscilação Decadal do Pacífico, pois o mesmo também foi encontrado para outros estudos também do Nordeste do Brasil.

Já a Oscilação Multidecadal do Atlântico (OMA) é uma série contínua de longa duração multidecadal de temperatura do mar do Oceano Atlântico Norte, com fases frias e quentes que podem durar 20-40 anos (Kerr, 2000). Estas mudanças (Figura 2) são naturais e vêm ocorrendo pelo menos nos últimos 1.000 anos.

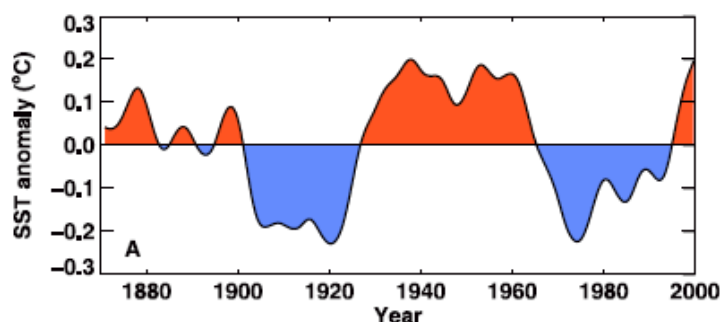


Figura 2. Série temporal da Oscilação Decadal do Atlântico. Fonte: Knight *et al.* (2005)

Estudos apontam que grande parte do Atlântico e até áreas do Pacífico Norte são afetados pela OMA. A OMA afetou as temperaturas do ar e as chuvas em grande parte do Hemisfério Norte (HN), em particular a América do Norte e Europa.

Knight et al. (2005) relacionou a OMA à variabilidade na circulação oceânica termohalina. Outros estudos a associaram à ocorrência de secas em Sahel (Folland et al., 1986; Rowell et al., 1995), à variabilidade de precipitação no Nordeste do Brasil (NEB) (Folland et al., 2001), ao clima da América do Norte (Sutton e Hodson, 2005), às vazões (Enfield et al., 2001) e frequência de furacões no Oceano Atlântico (Goldenberg et al., 2001).

Pesquisas recentes sugerem que a OMA está relacionada com a ocorrência prévia de grandes secas no Centro-Oeste dos EUA e do Sudoeste. Quando a OMA está em sua fase quente, as secas tendem a ser mais frequentes ou prolongadas. Duas das secas mais severas do século 20 ocorreram durante a OMA positiva entre 1925 e 1965 (Knight et al., 2005).

Dantas et al. (2012) verificaram a influência das Oscilações Decadais do Pacífico e Multidecadais do Atlântico nos índices extremos de precipitação e temperatura do ar da Amazônia Ocidental. As teleconexões OMA e ODP tiveram influências sobre a precipitação total anual da Amazônia Ocidental, mas não apresentaram influências sobre os dias consecutivos secos.

Desta forma, o objetivo desta pesquisa é analisar as influências das ocorrências simultâneas de ENOS e ODP e ENOS e OMA sobre as cotas do rio São Francisco, um dos principais rios do Brasil. Associações desses fenômenos climáticos e suas influências em cotas desse rio ainda não haviam sido investigadas, o que traz caráter inédito e importante ao presente estudo.

Material e Métodos

Área de Estudo: Bacia hidrográfica do rio São Francisco

O rio São Francisco é um dos rios brasileiros mais extensos e sua bacia hidrográfica está situada em áreas dos Estados de Minas Gerais, Bahia, Goiás, Distrito

Federal, Pernambuco, Sergipe e Alagoas. A importância desse rio está no volume de água transportada por ele através da região semi-árida, na sua contribuição histórica e econômica para fixação das populações ribeirinhas e criação das cidades hoje plantadas ao longo do vale. Seu potencial hídrico é fundamental na geração de energia elétrica, com 10.000 MW de potência instalados à jusante de Barra (BA), e seu possível aproveitamento em futuros projetos de irrigação dos excelentes solos situados as suas margens (PBHSF, 2004).

A Bacia hidrográfica está dividida em quatro regiões fisiográficas (Figura 3): Alto, Médio, Submédio e Baixo São Francisco que, por sua vez, foram subdivididas, para fins de planejamento, em 34 sub-bacias. Adicionalmente, a bacia do rio São Francisco foi subdividida em 12.821 microbacias, com a finalidade de caracterizar, por trechos, os principais rios da região (PBHSF, 2004).

O rio São Francisco tem uma extensão de 2.863 km, enquanto a área de drenagem da bacia corresponde a 636.920 km² (8% do território nacional), abrange 503 municípios e sete Unidades da Federação antes descritos.

A bacia apresenta grande diversidade quanto às áreas irrigáveis, cobertura vegetal e fauna aquática. No Alto, Médio e Submédio São Francisco, predominam solos com aptidão para a agricultura irrigada, o que não se reflete no restante da bacia. Em relação à cobertura vegetal, a bacia contempla fragmentos de diversos biomas, salientando-se a Floresta Atlântica em suas cabeceiras, o Cerrado (Alto e Médio São Francisco) e a Caatinga (Médio e Submédio São Francisco). Com relação à fauna aquática, observa-se que o rio São Francisco apresenta a maior biomassa e diversidade de peixes de água doce da região Nordeste (PBHSF, 2004).

Apesar da diversidade apresentada, observa-se que a bacia hidrográfica do rio São Francisco apresenta pequeno número de Unidades de Conservação. Além disso, também pode ser observado um quadro de crescente degradação ambiental, em que se verifica a perda da biodiversidade e a alteração dos ecossistemas aquáticos decorrentes da deficiência dos serviços de saneamento, da construção de grandes

barragens e das atividades industriais e agrícolas na bacia, com prejuízos à qualidade da água, o que indica a necessidade de ações

tanto de caráter educativo e preventivo, quanto de recuperação e adaptação.

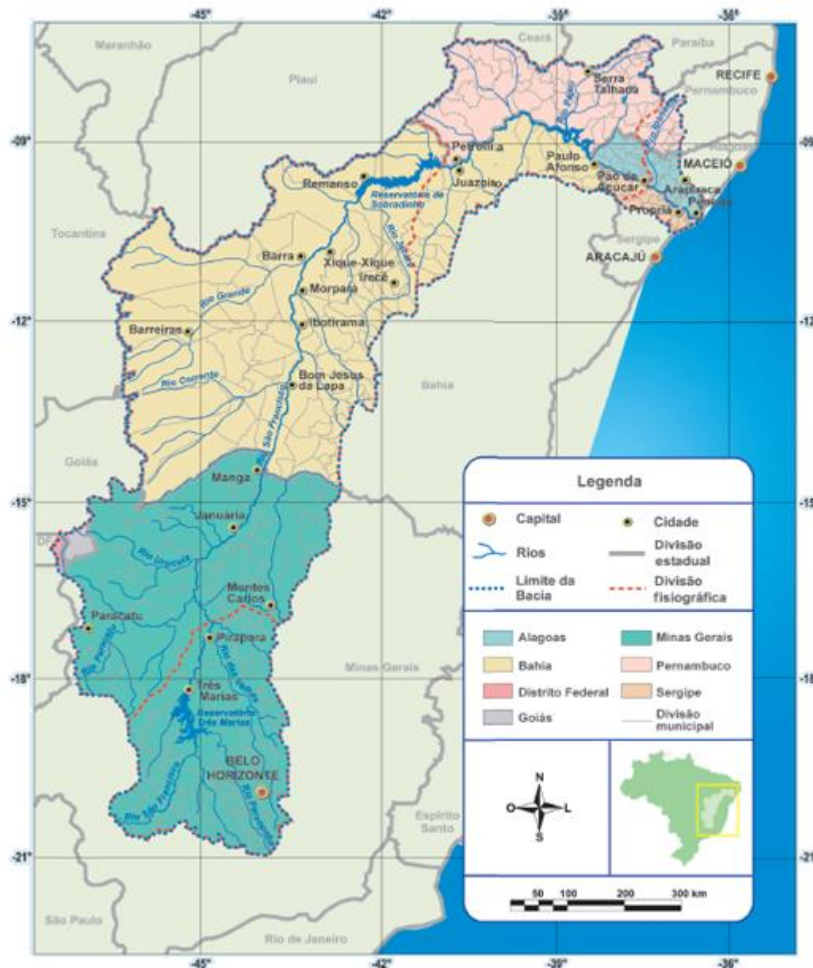


Figura 3. Divisão político-administrativa da Bacia do Rio São Francisco (Fonte: PBHSF, 2004)

A bacia hidrográfica do rio São Francisco possui acentuados contrastes socioeconômicos, abrangendo áreas de acentuada riqueza e alta densidade demográfica e áreas de pobreza crítica e população bastante dispersa. A população total na bacia hidrográfica do rio São Francisco, no ano 2000, é de 12.796.082 habitantes, sendo 74,4% população urbana e 25,6% população rural. A densidade demográfica média na bacia hidrográfica é de 20,0 hab/km². Do total de 503 municípios, 456 têm sede na bacia hidrográfica (PBHSF, 2004).

A bacia hidrográfica do rio São Francisco tem como uma de suas principais características a presença de todos os tipos de usos dos recursos hídricos, o que representa

um grande desafio e exige uma análise do conjunto para que se possa planejar adequadamente sua gestão (PBHSF, 2004).

Para avaliar as potencialidades, vulnerabilidades e conflitos associados aos recursos hídricos é necessária análise dos diferentes tipos de usos e demandas associadas de recursos hídricos requeridas pelas atividades econômicas que prevalecem na bacia, visando à compatibilização do uso para o abastecimento de água e diluição de efluentes, a irrigação de solos agricultáveis, a geração de energia, a navegação, a pesca e a aquicultura, as atividades turísticas e de lazer e a manutenção de ecossistemas.

O período entre 1999 e 2001 foi crítico na Bacia hidrográfica do rio São Francisco em termos de disponibilidade de água,

coincidindo com a crise energética que o país enfrentou e que culminou com o racionamento de energia durante o ano de 2001. A menor descarga anual na Bacia ocorreu no ano de 2001, quando a vazão natural média anual em Xingó foi de apenas 1.400 m³/s. Por outro lado, a maior cheia ocorreu no ano de 1979, em que a vazão natural média anual em Xingó alcançou 5.089 m³/s. A disponibilidade hídrica de águas subterrâneas na bacia é de 318 m³/s (PBHSF, 2004).

Dados Utilizados

Os dados diários de cotas de rio utilizados foram obtidos através da Agência Nacional das Águas (ANA) no sítio www.ana.gov.br/hidroweb. Foram analisadas as cotas nas quatro sub-bacias: Alto São Francisco, Médio São Francisco, Submédio São Francisco e Baixo São Francisco. O período de dados é de 1938-2010.

As quatro estações fluviométricas utilizadas escolhidas como representativas para cada sub-bacia foram:

1- Alto São Francisco – Estação Várzea da Palma

Código – 41990000
 Bacia- Rio São Francisco
 Sub-bacia - Rio São Francisco, Rio das Velhas
 Rio- Rio das Velhas
 Município- Várzea da Palma (MG)
 Latitude -17:35:41
 Longitude -44:42:50
 Altitude (m) 464

2- Médio São Francisco – Estação Manga

Código – 44500000
 Bacia- Rio São Francisco
 Sub-bacia - Rio São Francisco, Rio Verde Grande
 Rio- Rio São Francisco
 Município- Manga (MG)
 Latitude -14:45:26
 Longitude -43:55:56
 Altitude (m) 474

3- Submédio São Francisco – Estação Juazeiro

Código- 48020000
 Bacia- Rio São Francisco

Sub-bacia- Rio São Francisco, Rio Pajeú
 Rio- Rio São Francisco
 Município- Juazeiro (BA)
 Latitude -9:24:23
 Longitude -40:30:13
 Altitude (m) 357,74

4- Baixo São Francisco – Estação Pão de Açúcar

Código- 49370000
 Bacia- Rio São Francisco
 Sub-bacia- Rio São Francisco, Rio Moxotó
 Rio-Rio São Francisco
 Município- Pão de Açúcar (AL)
 Latitude -9:45:5
 Longitude -37:26:47
 Altitude (m) 8,1

Com os dados de cotas, foram gerados índices de cotas obtidos das anomalias de cotas calculadas a partir da média histórica mensal e normalizados pelos respectivos desvios-padrão mensais:

$$AVar_{i,j} = (Var_{i,j} - \overline{Var}_i) / \sigma_i \quad (1)$$

Em que: $AVar_{i,j}$ é a anomalia de cota no mês $i = 1, 2, 3, \dots, 12$ e ano $j = 1, 2, 3, \dots, N$; $Var_{i,j}$ é a cota no mês $i = 1, 2, 3, \dots, 12$ e ano $j = 1, 2, 3, \dots, N$, para o qual será calculado a anomalia; \overline{Var}_i é a média histórica do mês a ser calculado a anomalia e σ_i é o desvio padrão utilizado para cada mês i específico.

O uso da série de anomalias de cotas como índice seguiu a metodologia aplicada em Kousky e Chu (1978), Andreoli *et al.* (2004) e Da Silva (2009).

Eventos associados de ENOS e ODP

A partir dos índices de cotas foram gerados mapas (Figuras 4a a 4d) para visualização espacial, através do software Surfer 9.0 e método Kriging, no intuito de verificar sua distribuição na bacia hidrográfica 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) e Da Silva *et al.* (2011).

Os anos escolhidos foram:
 1972 (El Niño e ODP fria),

1982 (El Niño e ODP quente),
 1975 (La Niña e ODP fria) e
 1988 (La Niña e ODP quente).

Eventos associados de ENOS e OMA

A partir dos índices de cotas também foram gerados mapas (Figuras 5a a 5d) para visualização espacial, através do software Surfer 9.0 e método Kriging, no intuito de verificar sua distribuição na bacia hidrográfica durante a ocorrência simultânea de ENOS e OMA.

Os anos de eventos de ENOS e OMA foram escolhidos por ocorrer simultaneamente os dois fenômenos, seguindo os eventos de ENOS citados por NCEP (2004) e os de OMA citados por Goossens e Berger (1987).

Os anos escolhidos foram:
 1992 (El Niño e OMA fria),
 2002 (El Niño e OMA quente),
 1974 (La Niña e OMA fria) e
 1999 (La Niña e OMA quente).

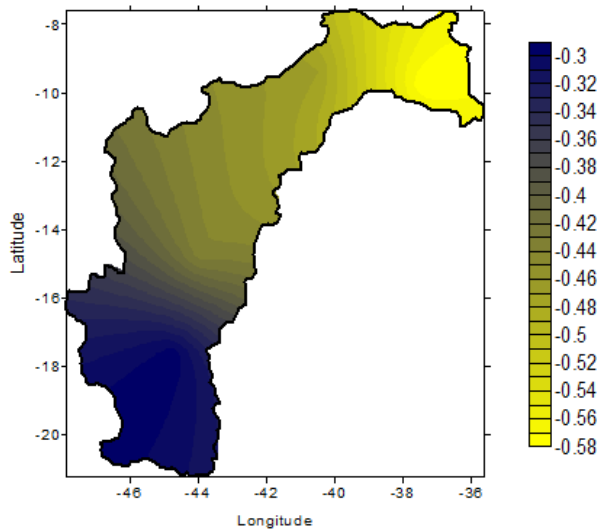


Figura 4a. Distribuição espacial de Índice de cotas na Bacia hidrográfica do rio São Francisco em 1972 (EL NIÑO E ODP -)

A ODP negativa tornou as cotas do NEB negativas, tanto em anos de El Niño quanto em anos de La Niña. Para anos de La Niña (Figuras 4c e 4d), os índices de cotas são negativos como era de se esperar e de acordo com Galvínco (2000). O La Niña promove diminuição de chuvas nas cabeceiras do rio São Francisco, e consequentemente de cotas

Resultados e Discussão
ENOS E ODP

As Figuras 4a e 4b mostram as distribuições espaciais das cotas em anos de El Niño. O El Niño com ODP positiva (ambos em fase quente) intensificaram os índices de cotas, tornando-as positivas em toda bacia hidrográfica (Figura 4b). Em fase fria da ODP com El Niño, as cotas diminuíram, mas ainda foram maiores nas cabeceiras do rio, conforme encontrado em Galvínco (2000).

As Figuras abaixo também corroboram com os resultados encontrados por Gershunov e Barnett (1998). Esses autores afirmaram que 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 ou “destrutivamente”, com anomalias fracas e mal definidas quando elas estão em fases opostas, como observado nas Figuras 4a e 4b.

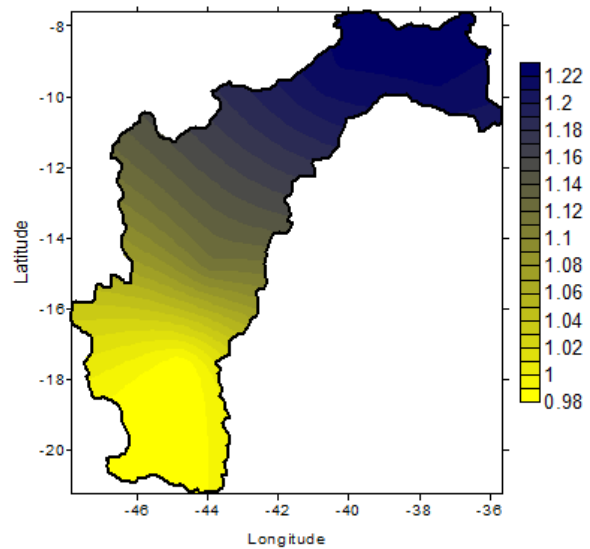


Figura 4b. Distribuição espacial de Índice de cotas na Bacia hidrográfica do rio São Francisco em 1982 (EL NIÑO E ODP+)

de rios.

Novamente de acordo com Gershunov e Barnett (1998), as mesmas fases frias de La Niña e ODP fria, promoveram intensas anomalias negativas nas cotas do rio (Figura 4c) e em fases opostas (Figura 4d), as anomalias desintensificam-se.

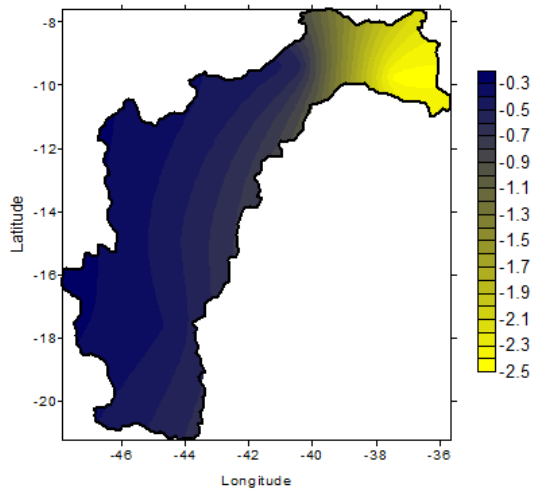


Figura 4c. Distribuição espacial de Índice de cotas na Bacia hidrográfica do rio São Francisco em 1975 (LA NIÑA E ODP -)

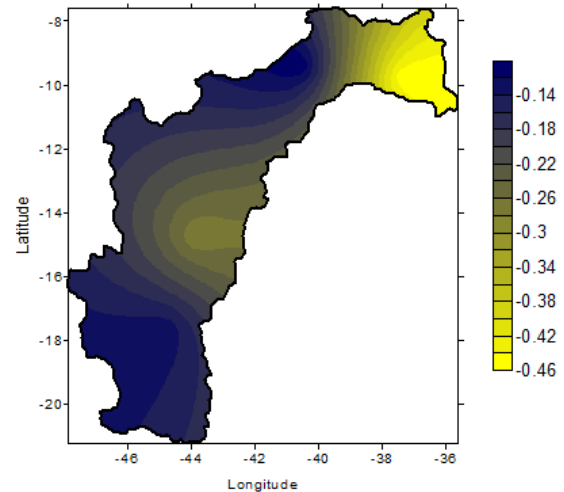


Figura 4d. Distribuição espacial de Índice de cotas na Bacia hidrográfica do rio São Francisco em 1988 (LA NIÑA E ODP +)

ENOS E OMA

A fase OMA negativa (nos anos de 1992 e 1974) promoveram valores positivos de índices de cotas na bacia hidrográfica do rio São Francisco (Figuras 5a e 5c), no entanto, as cotas foram maiores quando esta fase ocorreu simultaneamente a El Niño, o qual já foi verificado ser causa de aumento de chuvas nas cabeceiras do rio São Francisco (Galvêncio, 2000).

Ficou claro que El Niño beneficia as cabeceiras e OMA negativa é benéfico para as menores latitudes da América do Sul, exemplo, Nordeste do Brasil. OMA negativa traz contribuições para o NEB por consequentemente, o Atlântico Norte apresentar-se negativamente anômalo e

Atlântico Sul, positivamente anômalo – “Dipólo do Atlântico” (Hastenrath e Heller, 1977; Moura e Shukla, 1981; Servain, 1991; Andreoli e Kayano, 2006, entre outros).

Para as fases da OMA positivas (Figuras 5b e 5d), tanto para El Niño quanto para La Niña, os índices de cotas foram todos negativos. Para o El Niño, as melhores cotas aconteceram no ASF, corroborando com Galvêncio (2000) e menores cotas no BSF, já que receberá nesse ano, em La Niña chove menos no Alto São Francisco e também receberá menos vazão das sub-bacias anteriores. Além disso, durante a OMA positiva, o Atlântico Norte está mais quente com tendência do Atlântico Sul ser mais frio, fator que diminui as chuvas no NEB.

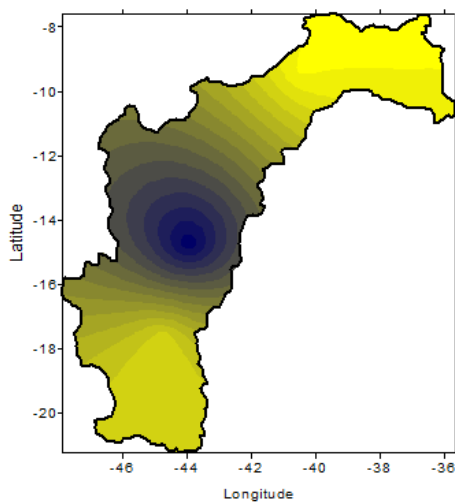


Figura 5a. Distribuição espacial de Índice de cotas na Bacia hidrográfica do rio São Francisco em 1992 (EL NIÑO E OMA -)

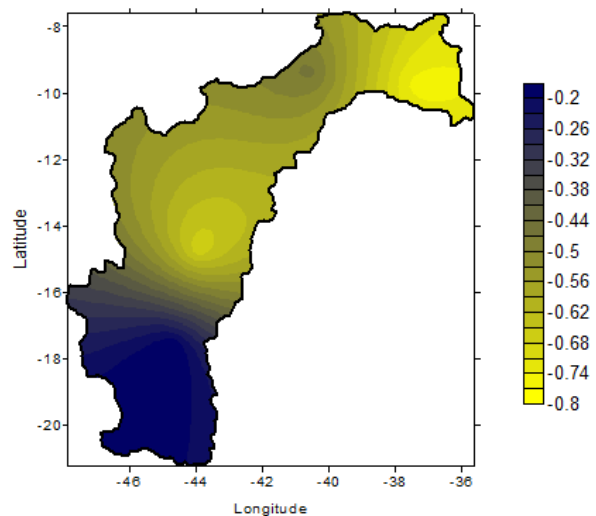


Figura 5b. Distribuição espacial de Índice de cotas na Bacia hidrográfica do rio São Francisco em 2002 (EL NIÑO E OMA+)

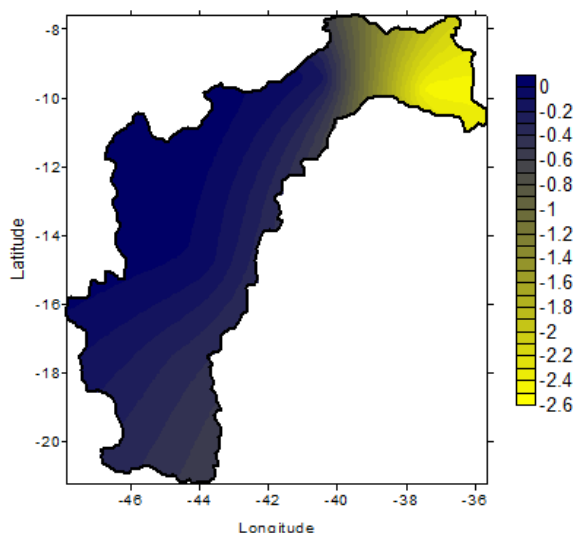


Figura 5c. Distribuição espacial de Índice de cotas na Bacia hidrográfica do rio São Francisco em 1974 (LA NIÑA E OMA -)

Já durante OMA positiva e La Niña, as cabeceiras do rio diminuem consideravelmente suas cotas já que para o Alto São Francisco, La Niña promove diminuição de chuvas (Galvêncio, 2000). No mesmo evento, verifica-se que há incremento negativo nas cotas do NEB / Baixo São Francisco, também relacionando-se às tendências de resfriamento do Atlântico Sul, diminuição das chuvas no NEB e menores contribuições das bacias hidrográficas do sudeste do Brasil.

Conclusões

Os resultados aqui encontrados corroboram com os de Galvêncio (2000), no qual apontou que em anos de El Niño há aumento de chuvas no Alto São Francisco e diminuição no Baixo São Francisco. Ainda foi observado aumento de cotas no Alto São Francisco e o aumento é maior quando em mesma fase da ODP. Assim, o proposto por Gershunov e Barnett (1998) também foi comprovada para as cotas do rio São Francisco.

Quando a OMA é negativa (Fria), há índices de cotas positivos na bacia hidrográfica, em acordo com os resultados de Folland et al. (2001). A bacia hidrográfica se beneficia com a ocorrência simultânea de El Niño e OMA negativa, já que o primeiro promove aumento de chuvas nas cabeceiras do rio e o segundo, aumento de chuvas no

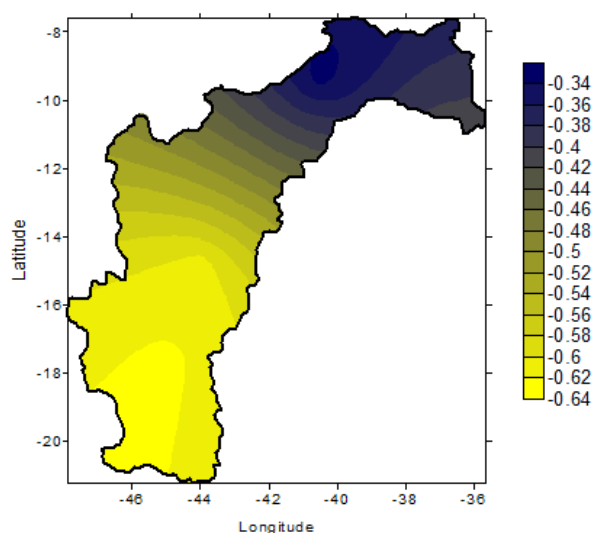


Figura 5d. Distribuição espacial de Índice de cotas na Bacia hidrográfica do rio São Francisco em 1999 (LA NIÑA E OMA+)

NEB.

Comprovadas relações entre ODP e ENOS e entre ENOS e OMA, o acompanhamento climático dessas variações dos Oceanos é uma ferramenta importante e essencial ao gerenciamento de recursos hídricos desta e de outras bacias hidrográficas.

Agradecimentos

A autora agradece à FUNCAP pela concessão de bolsa de produtividade e interiorização BPI 05-2012 e à UFC Campus Cariri pelo apoio institucional.

Referências

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.

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*. *International Journal of Climatology*, v.25: 2017–2030.

Andreoli, R.V.; Kayano, M.T. (2006).

Tropical Pacific and South Atlantic effects on rainfall variability over northeast Brazil, *International Journal of Climatology*, 26: 1895-1912.

da Silva, D. F. (março, 2009). Análise de aspectos climatológicos, ambientais, agroecômicos e de seus efeitos sobre a Bacia hidrográfica do rio Mundaú (AL e PE). Tese de Doutorado em Recursos Naturais, 174p, UFCG (PB).

da Silva, D. F. ; Galvêncio, J. D.; Nóbrega, R. S. (2011). Influência da variabilidade climática e da associação de fenômenos climáticos sobre sub-bacias do rio São Francisco. *Revista Brasileira de Ciências Ambientais*, v. 19, p. 46-56.

Dantas, L. G.; Brito, J. I. B.; Rodrigues, H. P.; Aires, R. A.; Cabral, D. E. C. (2012). Oscilação Decadal do Pacífico e Multidecadal do Atlântico. *Clima da Amazônia Ocidental*, *Revista Brasileira de Geografia Física*, vol. 03, 600-611.

Enfield, D. B.; Mestas-Nunˆez, A. M.; Trimble, P. J. (2001). The Atlantic multidecadal oscillation and its relation to rainfall and river flows in the continental US, *Geophysical Research Letters*, 28, 2077–2080.

Folland, C. K.; D. E. Parker; Palmer, T. N. (1986). Sahel rainfall and worldwide sea temperatures, 1901– 85, *Nature*, 320, 602–607.

Folland, C. K.; Colman, A. W.; Rowell, D. P.; Davey, M. K. (2001). Predictability of northeast Brazil rainfall and real-time forecast skill, 1987–98, *J. Clim.*, 14, 1937–1958.

Galvêncio, J. D. (2000). Impactos dos eventos El Niño na precipitação da Bacia do rio São Francisco. Dissertação de Mestrado em Meteorologia, Campina Grande. Universidade Federal da Paraíba (PB), 117p.

Gershunov A, Barnett, T. P. (1998). Interdecadal modulation of ENSO teleconnections. *Bulletin*

American Meteorological Society, v.79: 2715–2725.

Goldenberg, S. B.; Landsea, C. W.; Mestas-Nunez, A. M.; Gray, W. M. (2001). The recent increase in Atlantic hurricane activity: Causes and implications, *Science*, 293, 474–479.

Goossens, C.; Berger, A. (1987). Annual and seasonal climatic variations over the northern hemisphere and Europe during the last century. *Annales Geophysicae*, Berlin, v.4, n.B4, p.385-400.

Hastenrath, S.; Heller, L. (Jan. 1977). Dynamics of Climatic hazards in Northeast Brazil. *Quarterly, Journal of the Royal Meteorological Society*, n° 103, v. 435, p.77–92.

Kerr, R. A. (2000). A North Atlantic climate pacemaker for the centuries, *Science*, 288, 1984–1985.

Knight, J. R.; Allan, R. J.; Folland, C. K.; Vellinga, M.; Mann, M. E. (2005). A signature of persistent natural thermohaline circulation cycles in observed climate, *Geophysical Research Letters*, vol. 32, L20708, doi:10.1029/2005GL024233.

Kousky, V. E.; Chu, P.S. (1978). Fluctuations in annual rainfall for northeast Brazil, *Journal of Meteorological Society of Japan*, v.56, p.457-466.

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 American Meteorological Society*, v. 78, pp. 1069-1079.

Moura, A. D.; Shukla, D. (1981). On the dynamics of droughts in Northeast Brazil: observations, theory and numerical experiments with a General Circulation Model. *Journal of the Atmospheric Sciences*, v. 38, 2653-2675.

NCEP (2004). - Ocorrência de El Niño / La

Niña de 1950 a 2002. Disponível em: http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ensoyears.htm. Acesso em 24-11-2010.

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).

Rowell, D. P.; Folland, C. K.; Maskell, K., Ward, M. N. (1995). Variability of summer rainfall over tropical North-Africa (1906 – 92)

observations and modelling, Q. J. R. Meteorological Society, 121, 669– 704.

Servain, J. (1991). Simple climatic indices for the tropical Atlantic Ocean and some applications. *Journal Geophysical Research.*, v.96, n.C8, p.15,137-15,146.

Sutton, R. T.; Hodson, D. L. R. (2005). Atlantic Ocean forcing of North American and European summer climate, *Science*, 309, 115–118.

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