

BACIA DO BAIXO PARAÍBA: ANÁLISE DOS ANOS DE EL NIÑO E LA NINA

LINCOLN E. DE ARAÚJO¹, JOÃO HUGO B. DA C. CAMPOS², ROMILDO M. DE HOLANDA³,
MARYFRANCE DE C. S. DINIZ⁴, VALKIRIA T. VIEIRA⁵ & RODOLFO B. G. GORGONHO⁶

1 Prof. Dr. da Universidade Federal da Paraíba, Campus IV, Rio Tinto - PB. E-mail: lincolneloi@yahoo.com.br.

2 Prof. Dr. da Universidade Estadual da Paraíba, Campus VIII, Araruna - PB. E-mail: jhugocampos@yahoo.com.br.

3 Prof. Msc. da Universidade Federal Rural de Pernambuco. E-mail: romildo.morant@dtr.ufrpe.br.

4 Msc. do Instituto de Gestão das Água e Clima do Estado da Bahia. E-mail: mary.diniz@srh.ba.gov.br

5 Graduanda do curso de ecologia da Universidade Federal da Paraíba. E-mail: valkyvieira.jampa@ig.com.br.

6 Graduando do curso de ecologia da Universidade Federal da Paraíba. E-mail: gorgonhos@hotmail.com.

Apresentado no XVII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 18 a 21 de Julho de 2011 – SESC Centro de Turismo de Guarapari, Guarapari - ES.

RESUMO: A bacia do Baixo Paraíba é de extrema importância para o setor socioeconômico local e regional. Esse trabalho tem como objetivo principal analisar a climatologia da bacia do Alto Paraíba, como a variabilidade climática influencia a precipitação local e como se dá a variabilidade espaço-temporal das chuvas na região, utilizando para isso a ferramenta IAC desenvolvido por Rooy em 1965. Foi encontrado um “ponto de inflexão” na distribuição de precipitação, na qual até a década de 1960, foram observados anos secos consecutivos; variação entre anos secos e úmidos e a relação indireta da precipitação da bacia do Baixo Paraíba com os anos de El Niño e La Niña.

Palavras-chave: Variabilidade climática, bacias hidrográficas e IAC.

ABSTRACT: The Baixo Paraíba basin is of extreme importance for the local and regional socio-economic sector. This paper aims at analyzing the climatology of the basin of the Upper Paraíba, such as climate variability influences local precipitation and how is the space-time variability of rainfall in the region, making use of the tool developed by IAC Rooy in 1965. Found a "tipping point" in the distribution of precipitation, which until the 1960s, were observed consecutive dry years, variation between wet and dry years and the indirect relationship of rainfall in the basin of the Lower Paraíba with El Niño years and La Niña.

Keywords: Climate variability, watersheds and IAC.

1. INTRODUÇÃO

No Nordeste brasileiro, o monitoramento de períodos secos e chuvosos e da variabilidade espaço-temporal da precipitação é de extrema importância devido a existência de inúmeros projetos de irrigação implantados e a serem implantados ao longo dos principais rios e em torno dos principais reservatórios; o abastecimento d'água das grandes cidades é, em sua maioria, dependente direto do escoamento dos rios, ou indiretamente do volume acumulado nos reservatórios (barragens); a maioria das culturas agrícolas dependem exclusivamente da regularidade das chuvas e a possibilidade de uso de água subterrânea é pequena quando comparada ao da água superficial (Freitas, 2004 e 2005).

O Rio São Francisco é um dos rios brasileiros mais extensos e sua bacia compreende os Estados de Minas Gerais, Bahia, Goiás, Distrito Federal, Pernambuco, Sergipe e Alagoas. A importância desse rio está no volume de água transportada ao longo da região semi-árida, na sua contribuição histórica e econômica para fixação das populações ribeirinhas e a formação das cidades hoje estabelecidas ao longo do seu 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 (DA SILVA, 2003).

A precipitação pluviométrica no Nordeste brasileiro é resultante do acoplamento de vários sistemas atmosféricos de várias escalas quase periódicas, como a Zona de Convergência Intertropical (UVO, 1989), os Vórtices Ciclônicos de Ar Superior (Kousky e Gan, 1981), os Sistemas Frontais (Kousky, 1979), e os Distúrbios de Leste (Espinoza, 1996), que podem ser modificados pelas

características fisiográficas da região e por anomalias atmosféricas de escala planetária, destacam-se o dipolo do Atlântico e o ENSO, que modificam a frequência, distribuição espacial e intensidade desses sistemas, afetando diretamente os recursos hídricos e a agricultura da região (ARAÚJO et al., 2006).

Devido a irregularidades das precipitações faz-se necessário o seu monitoramento através do emprego de índices climáticos que possibilitem o desenvolvimento de um sistema de acompanhamento das características dos períodos secos e chuvosos de uma região.

Por outro lado, a Paraíba é um dos Estados do Nordeste que apresenta maior variabilidade espacial nas chuvas, uma vez que a região Agreste/Litoral apresenta precipitações médias anuais acima de 1000 mm/ano, seguida do Sertão em torno de 800 mm/ano e Cariri/ Curimataú com precipitação média na faixa de 500 mm/ano (Araújo et al., 2003). Com características climáticas semelhantes as do Estado da Paraíba, a bacia do Rio Paraíba possui área de 20.000,00 km², evidenciando dois regimes de precipitação distintos ao longo de sua bacia hidrográfica: um de fevereiro a maio (nas sub-bacias do rio Taperoá e Alto-Paraíba) e o outro de abril a julho (nas sub-bacias do Médio- e Baixo- Paraíba), conforme Araújo et al., (2006).

Com a implementação do projeto da transposição das águas do Rio São Francisco visa-se indicar: as possíveis causas e efeitos dos impactos ambientais locais; ações para minimizá-los; auxiliar o monitoramento, gestão e manutenção constante da fonte de água, e diante do quadro apresentado, torna-se imprescindível, em especial para o povo paraibano, a sua fixação na região de origem. Diante do exposto, o presente estudo objetivou a determinação da climatologia da precipitação pluviométrica na bacia do Alto-Paraíba e a influência da variabilidade climática na precipitação local, além de estudar a variabilidade espaço-temporal das chuvas na região, através da utilização do índice de anomalia das chuvas.

MATERIAIS E MÉTODOS

A bacia do Baixo Paraíba (Figura 1) está localizada na parte litorânea do estado da Paraíba, Figura 6. Limita-se ao sul com a sub-bacia do Gramame e com o estado de Pernambuco, ao norte com a bacia do Mamanguape e Miriri, a oeste com a sub-bacia do Médio Paraíba e a leste com o Oceano Atlântico. A região é drenada pelo Baixo Paraíba, que deságua no Oceano Atlântico na cidade de Cabedelo, e tem como principal afluente o rio Paraibinha, possuindo uma área de 3.940,45 km² (AES A, 2007).

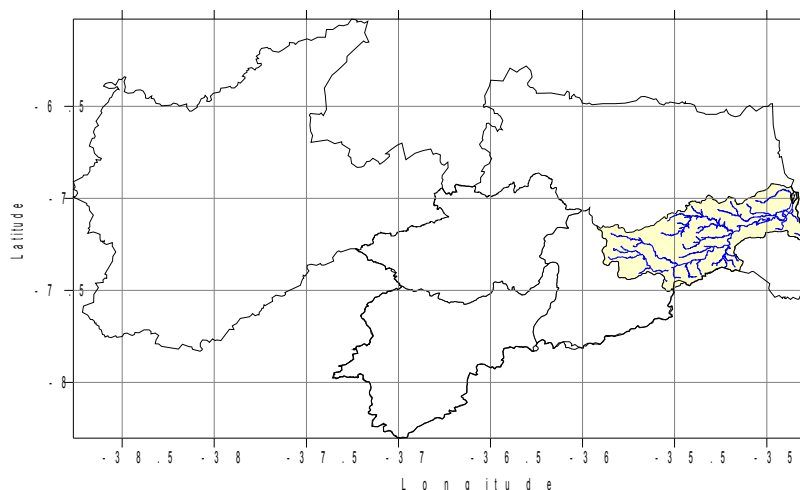


Figura 1 – Localização da bacia do Baixo Paraíba.

A pluviosidade (região litorânea) indica que a precipitação média anual varia entre 1.200 e 1.700 mm, com valores decrescentes para o interior. Observa-se que a maior concentração do total precipitado ocorre nas áreas mais próximas do oceano. Com relação à umidade relativa do ar registrada nesta região, oscila de 68% a 85%, onde os valores máximos ocorrem entre os meses de julho e agosto e os mínimos entre os meses de novembro e janeiro (AES A, 2007).

Foi calculada a climatologia da bacia e a média temporal da precipitação para o período de estudo necessárias para o cálculo do Índice de Anomalia de Chuva (IAC), o qual serve para classificar os anos como secos ou úmidos, de acordo com a média local.

Foi utilizado o IAC desenvolvido e utilizado por Rooy (1965), o qual pode ser representado como:

$$IAC = 3 \left[\frac{(N - \bar{N})}{(\bar{M} - \bar{N})} \right], \text{ para anomalias positivas; } \quad (1)$$

$$IAC = -3 \left[\frac{(N - \bar{N})}{(\bar{X} - \bar{N})} \right], \text{ para anomalias negativas, } \quad (2)$$

Sendo: N = precipitação mensal atual (mm);

\bar{N} = precipitação média mensal da série histórica (mm);

\bar{M} = média das dez maiores precipitações mensais da série histórica (mm) e

\bar{X} = média das dez menores precipitações mensais da série histórica (mm).

A partir da metodologia de Freitas (2004 e 2005), adaptou-se neste trabalho uma nova classificação de anos secos e úmidos, com vista na Tabela 6, de acordo com ARAÚJO (2009).

Tabela 6 – Classes de Intensidade do Índice de Anomalia de Chuva da bacia do rio Paraíba.

Índice de Anomalia de Chuva (IAC)	Faixa do IAC	Classe de Intensidade
		De 4 acima
	2 a 4	Muito Úmido
	0 a 2	Úmido
	0 a -2	Seco
	-2 a -4	Muito Seco
	De -4 abaixo	Extremamente Seco

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A climatologia mensal da sub-bacia do Baixo Paraíba (Figura 2) mostra que a quadra chuvosa compreende os meses de março a julho. A bacia do Baixo Paraíba tem média mensal de 70 mm, com valores máximos em toda estação chuvosa acima de 100 mm, demonstrando a influência das Ondas de Leste e sistemas de brisa, associados ao contraste térmico entre o continente e oceano. A quadra mais seca da região se estende de setembro a dezembro, com o mês mais seco, outubro, com valor em torno de 20 mm.

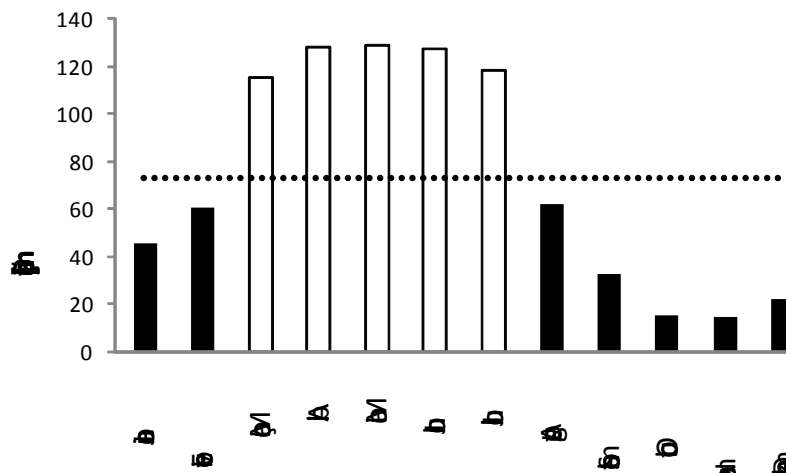


Figura 2 – Climatologia mensal da bacia do Baixo Paraíba.

O IAC da bacia do Baixo Paraíba (Figura 3) apresentou grande variabilidade interanual, sem definição do “ponto de inflexão”, mostrando que a variabilidade temporal climática é bem mais intensa, devido à proximidade do continente ao oceano, ou seja, aos contrastes térmicos, contribuindo para o aumento da umidade do oceano em direção ao continente, favorecendo ao aumento da formação de nuvens, e conseqüentemente de chuvas na região.

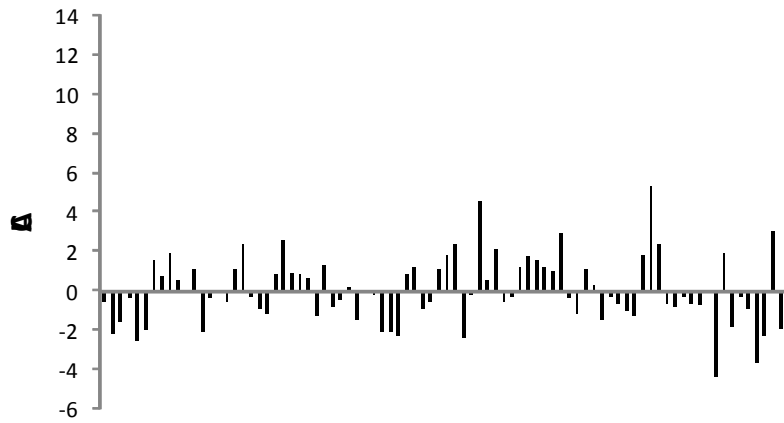


Figura 3 – IAC bacia do Baixo Paraíba.

Os anos secos de 1987 e 1990 da sub-bacia do Baixo Paraíba (Figura 4) mostraram grande variabilidade temporal dentro da estação chuvosa (março a julho), sendo os meses de março, abril e junho de 1987 e os meses de março e julho de 1990 os que apresentaram IAC positivos.

A quadra chuvosa apresentou totais pluviométricos de 516,6 mm em 1987 e de 379,9 mm em 1990, equivalendo a 66 % e 48,8 % do total anual, respectivamente.

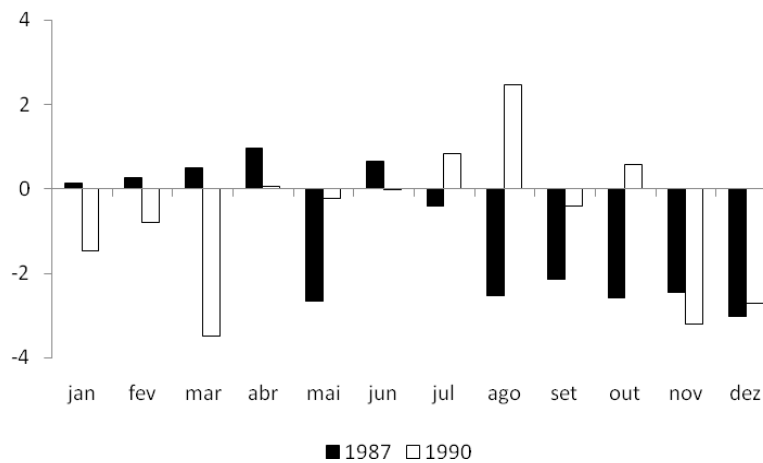


Figura 4 – IAC mensais de anos secos da bacia do Baixo Paraíba.

Os anos úmidos de 1984 e 2004 da bacia do Baixo Paraíba estão representados na Figura 5, evidenciando um padrão indefinido em relação à estação chuvosa, ou seja, com ocorrência de chuvas ao longo do ano. Os meses dentro da estação chuvosa que apresentaram IAC positivo foram os meses de abril, maio e julho de 1984 e para o ano de 2004 o período de maio a julho.

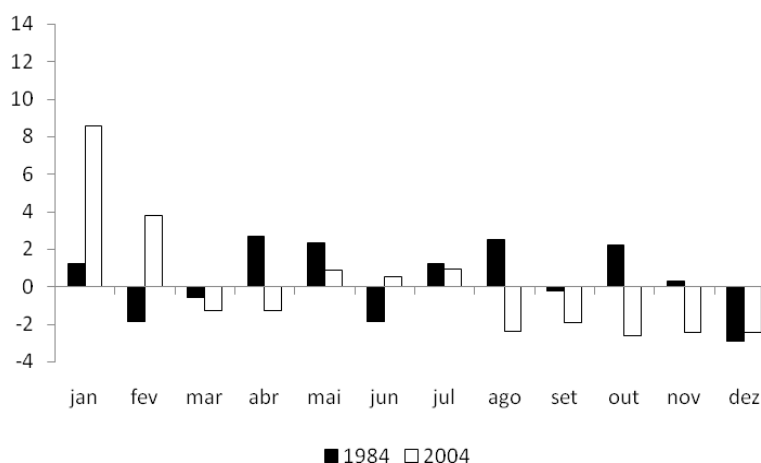


Figura 5 – IAC mensais de anos úmidos da bacia do Baixo Paraíba.

A Figura 67 representa a distribuição espacial do IAC mensal em relação aos anos de ocorrência de El Niño e La Niña, observados no período de 1930 a 2004, na bacia do Baixo Paraíba. Constatou-se grande variabilidade interanual das chuvas, com alternância de anos com IAC positivos e negativos durante todo o período estudado, evidenciando um padrão indefinido no comportamento mensal do índice. A exceção para a década de 90, indicando a atuação de dois episódios intensos do fenômeno EL Nino, comprometendo as reservas de água da região, especialmente nos anos de 1993 e 1997/1998, anos estes com intensidade forte do El Niño. Cabe lembrar, que não se detectou as janelas de variação climática observadas nas sub-bacias anteriormente citadas.

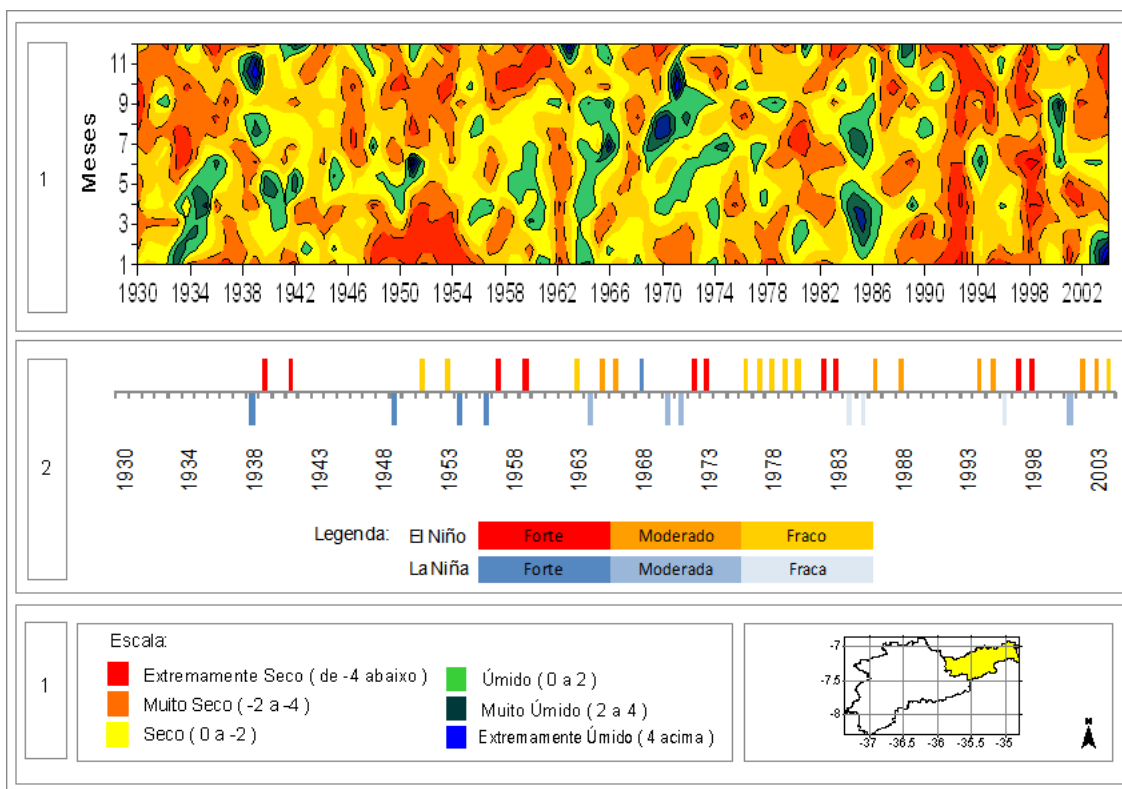


Figura 6 – IAC mensal da bacia do Baixo Paraíba em relação ao El Niño e La Niña.

CONCLUSÕES

A bacia do Baixo Paraíba apresenta uma estação chuvosa entre os meses de março a julho, com maiores representações para os meses de abril, maio e junho; e meses mais secos entre os meses de setembro a dezembro.

A grande variabilidade temporal climática é bem mais intensa, podendo estar relacionado à proximidade do continente ao oceano, ou seja, aos contrastes térmicos. Tanto os anos secos como os anos úmidos foram bastante representativos em suas quadras chuvosas. Observa-se também que em anos de El Niño e/ou La Niña não implicam necessariamente que um determinado ano seja seco ou chuvoso, pois há outros fatores que contribuem para determinação.

Neste trabalho foi verificado que o IAC pode ser utilizado como uma ferramenta para o acompanhamento climático de uma localidade, nesse caso uma região no semi-árido nordestino, além de ser utilizado para regionalização, podendo também, através desse monitoramento gerar prognósticos e diagnósticos da climatologia local.

BIBLIOGRAFIA

- ARAÚJO, L. E.; BECKER, C. T.; PONTES, A. L. (2003). *Periodicidade da precipitação pluviométrica no estado da Paraíba*. XIII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia.
- ARAÚJO, L. E. (2006). *Análise estatística de chuvas intensas na bacia hidrográfica do rio Paraíba*. Dissertação de mestrado. UFCG.
- ARAÚJO, L. E.; MORAES NETO, J. M.; & SOUSA, F. A. S. (2009). Classificação da precipitação anual e da quadra chuvosa da bacia do rio Paraíba utilizando índice de Anomalia de Chuva (IAC). *Revista Ambiente e Água*. [online]. 2009, vol. 4, n. 3. ISSN 1980-993X. doi: 10.4136/ambi-agua.105.
- BRITO, J. I. B & BRAGA, C. C. (2005). *Chuvas no Estado da Paraíba em 2004*. Boletim da Sociedade Brasileira de Meteorologia. Vol. 28, p. 27 a 32.
- GONÇALVES, W. A.; CORREIA, M. F.; ARAÚJO, L. E.; DA SILVA, D. F.; ARAÚJO, H. A. (2006). *Vulnerabilidade Climática do Nordeste Brasileiro: Uma análise de eventos extremos na Zona Semi-árida da bacia hidrográfica do São Francisco*, XIV Congresso Brasileiro de Meteorologia, Anais, Florianópolis.
- CPTEC/INPE. *El Niño e La Niña*. (2009). Informativo do Instituto Nacional de Pesquisas Especiais, 2009. Disponível em: <http://enos.cptec.inpe.br/>. Acesso em: 12 de Setembro de 2009.
- CHAGNON, S.A. (1980). *Removing the Confusion over Droughts and Floods: The Interface between Scientists and Policy Makers*. *Water International*, 10-18.
- DA SILVA, D. F.; BORBA, J. C. C.; ALMEIDA, H. R. R. C.; LOPES, Z. F. (2005). *Influência do Clima na Variabilidade Espaço-Temporal da bacia do rio Mundaú (localidades de Pernambuco)*. I Simpósio Internacional de Climatologia, Fortaleza-Brasil.
- DA SILVA, D. F., ARAÚJO, L. E., KAYANO, M. T., SOUSA, F. A. S. (2007). *Avaliação dos impactos da variabilidade climática na distribuição pluviométrica da bacia do rio Mundaú através do IAC*. II Simpósio Brasileiro de Desastres Naturais e Tecnológicos, Santos-SP.
- DA SILVA, D. F. (2009). *Análise de aspectos climatológicos, agroeconômicos, ambientais e de seus efeitos sobre a bacia hidrográfica do rio Mundaú (AL e PE)*. Tese (doutorado em Recursos Naturais). Universidade Federal de Campina Grande.
- ESPINOZA, E. S. (1996). *Distúrbios nos ventos de leste no Atlântico tropical*. Dissertação de Mestrado. São José dos Campos, INPE. 1996.
- FREITAS, M. A. S. (2004). *A Previsão de Secas e a Gestão Hidroenergética: O Caso da Bacia do Rio Paraíba no Nordeste do Brasil*. In: Seminário Internacional sobre Represas y Operación de Embalses, 2004, Puerto Iguazú. Seminário Internacional sobre Represas y Operación de Embalses. Puerto Iguazú : CACIER, v. 1. p. 1-1.
- FREITAS, M. A. S. (2005). *Um Sistema de Suporte à Decisão para o Monitoramento de Secas Meteorológicas em Regiões Semi-Áridas*. *Revista Tecnologia*, Fortaleza, v. Suplem, p. 84-95.
- GHOSE, S.K. (1971). *Hyrometeorological Studies in Northeastern Brazil*. Report n. 2, SUDENE/DEMET/WMO.
- MAUGET, S. U. M. (2005). *Índice Padronizado de Precipitação (SPI)*; C. Springer Science.
-

- MARIN, F. R. & SENTELHAS, P. C. (1997). *Análise da Influência dos fenômenos El Niño e La Niña no clima de Piracicaba*. In: X Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, Anais Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, Piracicaba.
- MORAIS NETO, J. M. de. (2003). *Gestão de Riscos a Desastres ENOS (El Niño Oscilação Sul) no Semiárido Paraibano: uma análise comparativa*. Tese (Doutorado em Recursos Naturais) – Universidade Federal de Campina Grande.
- PHILANDER, S. G. (1990). El Niño, La Niña and the Southern Oscillation. Academic San Diego.
- SOUZA FILHO, F. A.; COSTA, A. A.; ALVES, J. M. B. (2002). *Sobre o impacto do fenômeno El Niño-Oscilação Sul na afluência de reservatório do sistema hidroelétrico brasileiro*, In: XII Congresso Brasileiro de Meteorologia, Anais Sociedade Brasileira de Meteorologia, Foz do Iguaçu, PR.
- SOUZA, W. M. & LACERDA, F. F. (2005). *Análise das Precipitações Observadas no período de 1912 a 2004 no Alto Sertão Pernambucano*. In: IX Congresso Argentino de Meteorología, 2005, Buenos Aires. Tiempo, Clima, Agua y Dessallo Sostenible.
- KOUSKY, V. E. (1979). *Frontal influences on northeast Brazil*, Monthly Weather Review, v.107, n° 9, p. 1140-1153.
- KOUSKY, V. E.; GAN M.A. (1981). *Upper tropospheric cyclones vórtices in the tropical south Atlantic*. Tellus, 33: 538-551.
- ROOY, M.P. VAN. (1965). *A Rainfall Anomaly Index Independent of Time and Space*, Notes, 14, 43.
- UVO, C. R. B. (1989). *A zona de convergência intertropical (ZCIT) e sua relação com a precipitação na região norte e nordeste brasileiro*. Dissertação de Mestrado. INPE. São José dos Campos. 1989.
-