

Eixo Temático ET-11-005 - Outros

## **CLASSIFICAÇÃO PRECIPITAÇÃO DA MICRORREGIÃO DE CATOLÉ DO ROCHA NO ESTADO DA PARAÍBA USANDO ÍNDICE DE ANOMALIAS DE CHUVA (IAC)**

Valneli da Silva Melo<sup>1</sup>, Vanessa Rosales Bezerra<sup>2</sup>, Lourivaldo Mota Lima<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Doutoranda do Curso de Engenharia Ambiental UEPB/Campina Grande, E-mail: valnelismello@hotmail.com; <sup>2</sup>Mestranda do Curso de Engenharia Ambiental UEPB/Campina Grande, E-mail: rosalesuepb@gmail.com; <sup>3</sup>Professor do Departamento de Física da UEPB/Campina Grande, E-mail: lmlima@uepb.edu.br.

### **RESUMO**

No presente trabalho os índices de anomalias de chuva foram avaliados, utilizando a classificação de padrões climáticos de umidade, para caracterizar as variações na precipitação pluvial da Microrregião de Catolé do Rocha, Paraíba, associadas a fenômenos como El Niño Oscilações Sul (ENOS). Foram utilizados dados pluviométricos obtidos entre o período de 1910 a 2016, os quais foram cedidos pela Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE) e Agência Nacional de Águas (ANA). As falhas existentes foram preenchidas com o uso de imputação múltipla. A partir dos resultados foi possível observar efeitos de variabilidade nas anomalias negativas e positivas, bem como de padrões climáticos de umidade, variando de períodos normais, úmidos e secos até seus extremos em anos de El Niño e La Niña, mostrando que anos de ENOS podem exercer efeitos diretos na distribuição da precipitação pluvial, que correspondem diretamente nos índices de anomalias de chuva e na classificação de padrões climáticos de umidade.

**Palavra-chave:** IAC; El Niño; La Niña.

### **INTRODUÇÃO**

As informações a respeito das condições climáticas do meio ambiente estão ganhando cada vez mais importância no cenário mundial. Aspectos importantes da dinâmica climática do planeta Terra envolvem os estudos de fenômenos, processos e mecanismos associados à variabilidade e mudança climática que ocorrem em várias escalas temporais, que vão desde variações sazonais, seculares e até milhões de anos (ARAÚJO, 2009).

Os impactos associados às mudanças climáticas serão sentidos em todo o mundo e, provavelmente, terão implicações profundas para a população humana (NOBRE *et al.*, 2013). Essas mudanças acarretarão vários impactos nos ecossistemas e no ciclo hidrológico, com alteração nos padrões de chuva e temperatura, além da intensificação de eventos climáticos extremos, podendo causar impactos em diversos segmentos socioeconômicos do Brasil, como a agricultura e pecuária (PINTO *et al.*, 2001), geração de energia (DE LUCENA *et al.*, 2010), abastecimento de água e a ocorrência de desastres naturais (MARENGO, 2010), como também impactos significantes na fauna e flora (PBMC, 2013).

Nos últimos anos, com as crescentes preocupações sobre os impactos das mudanças climáticas (IPCC, 2007), métodos e técnicas estatísticas vêm sendo bastante empregados em climatologia, basicamente para se analisar o tempo passado, com o objetivo de se entender o seu comportamento futuro, como é o caso da análise de séries temporais (ASSIS *et al.*, 1996).

Um componente que é muito afetado pelas mudanças climáticas é a precipitação, visto que a agricultura sofre abalos com a mudança do regime de chuvas e modificações nos solos, com perda de produtividade, prejuízo à segurança alimentar e causando migrações e conflitos.

Uma das formas de se estudar a precipitação pluviométrica é por meio do Índice de Anomalias de Chuva (IAC), que ajudam a monitorar anos de seca e chuva excessiva. Esse

índice permite realizar comparações do regime pluviométrico de determinado local a partir de uma série de dados históricos com as condições atuais de chuva e também é utilizado para a caracterização da variabilidade espaço-temporal da precipitação na região de estudo (ARAÚJO et al., 2007; MARCUZZO et al., 2011; SANCHES et al., 2014).

Outra vantagem do IAC é que, diferentemente de outros índices, ele necessita apenas de dados de precipitação e é de fácil estimativa. Sendo uma informação que contribui para estudos de verificação dos impactos do clima global sobre a vulnerabilidade da distribuição pluviométrica no planeta (ARAÚJO et al., 2009).

O Índice de Anomalia de Chuva (IAC) tem sido utilizado para se avaliar o comportamento das precipitações em relação à influência do fenômeno El Niño Oscilação Sul (ENOS) e outras oscilações. Nessa questão, destacam-se os trabalhos de Azevedo e Silva (1994), Araújo et al. (2007), Da Silva (2009), Araújo et al. (2009b; 2009c), Da Silva et al. (2009), Mancuzzo et al. (2011) e Da Silva et al. (2012).

Em vista do exposto, a motivação do presente trabalho foi, inicialmente, realizar um estudo exploratório das séries temporais anuais da precipitação na Microrregião de Catolé do Rocha, no período de 1910 à 2016, com o objetivo de verificar as eventuais mudanças de comportamento dessa série e avaliar a participação do fenômeno ENOS na região aplicando-se o Índice de Anomalia de Chuva aos totais anuais de precipitação dos municípios.

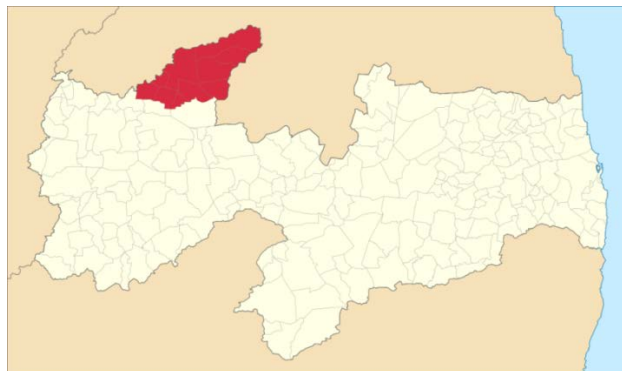
## METODOLOGIA

### Descrição da área de estudo

O regime pluviométrico no Estado da Paraíba é caracterizado por apresentar alta variabilidade espacial e temporal das chuvas, sendo de fundamental importância o monitoramento contínuo das condições atmosféricas sobre o estado e dos fatores globais condicionantes da precipitação.

A Microrregião de Catolé do Rocha apresenta clima tropical, predominando o semiárido no interior, com médias térmicas elevadas (em torno de 27° C) e chuvas escassas e irregulares (menos de 800 mm por ano). Seu relevo caracteriza-se pela existência de uma faixa litorânea de baixada, pelo planalto da Borborema na região central e pelo planalto Ocidental na parte oeste. A vegetação de caatinga típica do clima semiárido, é predominante na região central do Estado. A caatinga apresenta-se verde apenas durante a estação chuvosa. Suas árvores têm troncos grossos, tortuosos e com espessas cascas, folhas grossas e com espinhos (CITYBRASIL, 2017).

A pesquisa foi desenvolvida tendo como base séries temporais de 107 anos (1910 à 2016), na microrregião de Catolé do Rocha composta por onze municípios: Belém do Brejo do Cruz, Bom Sucesso, Brejo do Cruz, Brejo dos Santos, Catolé do Rocha, Jericó, Lagoa, Mato Grosso, Riacho dos Cavalos, São Bento, São José do Brejo do Cruz (Figura 2.1).



**Figura 1.** Microrregião de Catolé do Rocha, PB. Fonte: Adaptado de <https://maps.google.com.br>.

### Descrição dos dados

Os dados utilizados nesse estudo foram cedidos pela Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE) e Agência Nacional de Águas (ANA), as falhas existentes foram preenchidas com o uso de imputação múltipla, tem-se um total de 11 postos pluviométricos, com tamanho amostral de 107 anos (1910 à 2016), a partir das quais foram calculadas várias estatísticas descritivas básicas (por exemplo, média, valor máximo, mínimo, coeficiente de assimetria e coeficiente de curtose).

### Índice de anomalia de chuva (IAC)

Os índices facilitam a comunicação de informações sobre anomalias climáticas para diversos públicos de usuários e permitem aos cientistas avaliarem quantitativamente anomalias climáticas em termos de sua intensidade, período de duração, extensão espacial e frequência. Isso permite analisar eventos históricos de secas e de altas pluviosidades e suas probabilidades de recorrência (TSAKIRIS et al., 2007).

Fornecendo representações espaciais e temporais, os índices climáticos colocam as condições atuais do clima em perspectiva histórica. Eles são importantes para proporcionar aos tomadores de decisões uma medição da anormalidade climática em uma determinada área da superfície terrestre. Um desses índices é o Rainfall Anomaly Index (RAI - Índice de Anomalia de Chuva - IAC) desenvolvido por Rooy (1965).

O IAC tem como principal característica, o fato de apenas necessitar de dados de precipitação para ser gerado e visa tornar o desvio da precipitação, em relação à condição normal de diversas regiões, passíveis de comparação.

O IAC procura analisar a frequência que ocorrem os anos secos e chuvosos e a intensidade dos mesmos avaliando seu grau de severidade e duração, através das seguintes formulações:

$$IAC_{Positivo} = 3 \times \left[ \frac{(N - N_1)}{(M - N_1)} \right]$$
$$IAC_{Negativo} = -3 \times \left[ \frac{(N - N_1)}{(X - N_1)} \right]$$

Nas equações propostas, **N** compreende a precipitação total (mm) do ano que será gerado o IAC, **N<sub>1</sub>** corresponde à média (anual) da série histórica (mm); **M** representa a média das dez maiores precipitações anuais da série histórica (mm) e **X** compreende a média das dez menores precipitações anuais da série histórica (mm).

As anomalias positivas são representadas por valores acima da média e as negativas, abaixo da média e seus graus de intensidade podem ser avaliados conforme a Tabela 1.

**Tabela 1.** Classificação de índice de anomalia de chuva.

| IAC (Índice de anomalia de chuva) | Classificação      |
|-----------------------------------|--------------------|
| ≥ 4,00                            | Extremamente úmido |
| 3,00 a 3,99                       | Umidade alta       |
| 2,00 a 2,99                       | Umidade moderada   |
| 0,50 a 1,99                       | Umidade baixa      |
| -0,49 a 0,49                      | Normal             |
| -1,99 a -0,50                     | Seca suave         |
| -2,00 a -2,99                     | Seca moderada      |
| -3,00 a 3,99                      | Seca alta          |
| ≤ -4,00                           | Seca extrema       |

Fonte: Adaptado de Fernandes *et al* (2009).

Após a aplicação do IAC na série de dados da Microrregião de Catolé do Rocha (1910-2016), os resultados foram comparados com as informações sobre a ocorrência e a intensidade do fenômeno ENOS.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A microrregião de Catolé do Rocha no estado da Paraíba é composta por 11 municípios, utilizou-se as séries de dados médios no período de 107 anos consecutivos (1910 à 2016), para uma análise descritiva dos dados.

**Tabela 2.** Estatística descritiva dos dados de precipitação da Microrregião de Catolé do Rocha no período de 1910 à 2016.

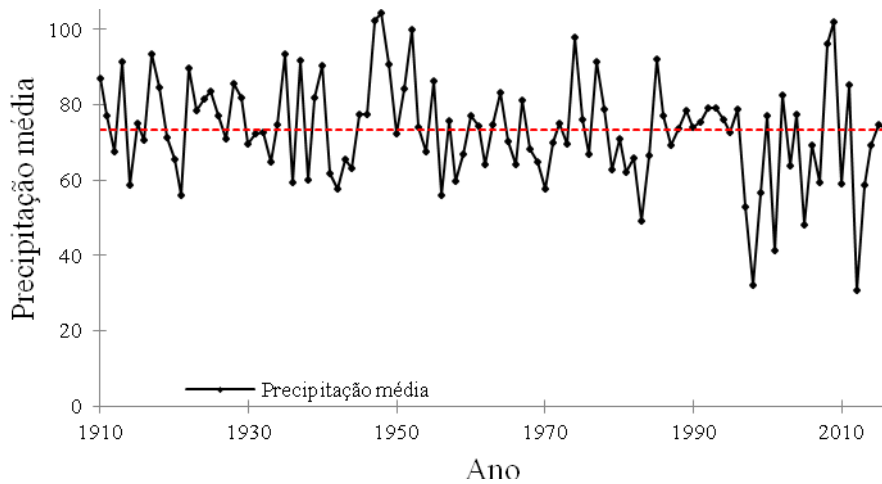
| Meses | Mín  | Máx   | 1°Quartil | Mediana | 3°Quartil | Média | CA  | CC   |
|-------|------|-------|-----------|---------|-----------|-------|-----|------|
| Jan   | 4,2  | 273,8 | 70,8      | 92,1    | 115,3     | 96,1  | 1,1 | 3,2  |
| Fev   | 26,7 | 299,4 | 104,1     | 132,2   | 166,9     | 135,9 | 0,3 | 0,4  |
| Mar   | 64,5 | 479,2 | 167,7     | 203,6   | 233,5     | 208,1 | 1,3 | 3,0  |
| Abr   | 55,0 | 376,9 | 147,2     | 178,7   | 210,1     | 185,0 | 0,8 | 1,3  |
| Mai   | 2,9  | 310,7 | 80,5      | 104,5   | 137,1     | 110,2 | 1,0 | 2,0  |
| Jun   | 6,5  | 125,2 | 30,3      | 43,9    | 61,0      | 48,1  | 0,9 | 0,6  |
| Jul   | 1,1  | 76,9  | 16,2      | 23,1    | 28,8      | 24,0  | 1,2 | 3,0  |
| Ago   | 0,2  | 85,2  | 7,3       | 12,5    | 21,8      | 15,9  | 2,1 | 6,8  |
| Set   | 0,0  | 16,3  | 1,3       | 2,8     | 4,5       | 3,4   | 1,8 | 4,2  |
| Out   | 0,0  | 67,2  | 4,3       | 8,1     | 13,0      | 10,4  | 2,9 | 10,4 |
| Nov   | 0,0  | 67,8  | 6,3       | 11,6    | 19,9      | 14,7  | 1,8 | 4,2  |
| Dez   | 1,5  | 85,6  | 14,8      | 24,8    | 35,4      | 27,5  | 1,1 | 1,4  |

Legenda: CA= Coeficiente de assimetria; CC= Coeficiente de curtose, todas as unidades são medidas em mm.

Os resultados da análise descritiva das médias anuais da precipitação visto na Tabela 3.1 tem-se que todos os meses apresentaram coeficiente de assimetria positivo, com assimetria à direita ( $CA > 0$ ), outra observação importante é quanto aos coeficientes de assimetria é que esse fato sugere que os dados de precipitação podem se ajustar à uma função distribuição de probabilidades de Gumbel, Log-normal, Gama, dentre outras com assimetria positiva.

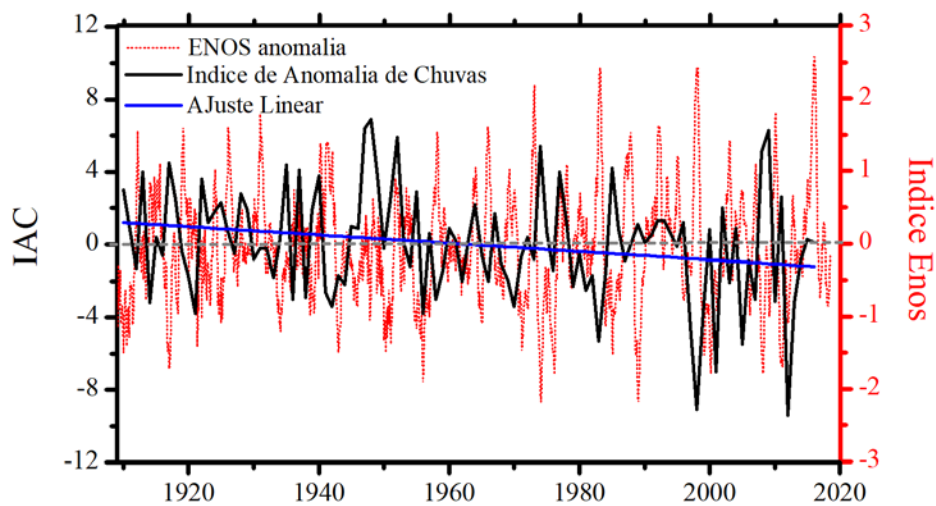
Com relação à curtose, todos os valores médios mensais apresentaram coeficientes de curtose ( $CC > 0$ ), indicando que a distribuição dos dados é do tipo leptocúrtica, ou seja, significa que é mais fácil obter valores que se afastam da média, isso acontece devido nesses meses dar-se início a estação chuvosa da maior parte da região de estudo.

Observou-se ainda dentro desse conjunto de dados a presença de extremos e tendência, sugerindo assim uma análise especial aos dados discrepantes, que podem estar associados a fenômenos extremos (Figura 2).



**Figura 2.** Precipitação da microrregião de Catolé do Rocha no período de 1910 a 2016. Fonte: Autor.

A etapa seguinte consistiu na aplicação dos dados obtidos pela equação ou formulação do IAC e comparados com informações sobre a ocorrência do ENOS disponíveis no site da National Weather Service Climate Prediction Center/NOAA onde obteve se os seguintes resultados (Figura 3).



**Figura 3.** Índice de Anomalia de Chuva (IAC) para a série da Microrregião de Catolé do Rocha (1910-2016) e Índices de ENOS no período de 1908 à 2017. Fonte: Autor

De acordo com a Figura 4 pode-se observar a variação de anos secos e chuvosos na região ao longo do período estudado demonstrando uma grande variabilidade pluviométrica, ou seja, os valores de IAC variaram com o passar dos anos, possuindo picos muito altos em alguns anos e picos muito baixos em outros, nesta também é visível que os dados seguem uma tendência negativa. É possível relacionar esse índice IAC com o ENOS, onde os anos que

apresentaram altos valores de IAC são justamente os anos de El Niño. Já os anos que possuem valores baixos de IAC, são geralmente anos de La Niña.

Silva et al. (2012) procuraram verificar a influência do fenômeno ENOS e da ODP na variabilidade das precipitações na Região metropolitana de Fortaleza e na região do Cariri (interior do Ceará) utilizando o IAC como ferramenta de análise. Os autores observaram que a associação das fases quentes e frias do ENOS e da ODP promoveram, respectivamente, diminuição e aumento nas chuvas para a região de Fortaleza, demonstrando uma forte correspondência entre os eventos, diferentemente do observado para a região do Cariri cearense.

O fenômeno El Niño guarda uma íntima relação de causa e efeito com as secas que ocorrem no semiárido nordestino, uma vez que, em anos de El Niño observa-se uma diminuição dos totais pluviométricos na região, provocando, em alguns anos, secas severas.

O fenômeno El Niño representa uma alteração do sistema oceano-atmosfera, uma vez que é responsável pelo aquecimento das águas do oceano pacífico, ocasionando uma mudança na circulação atmosférica e alterando, por consequência, o padrão de distribuição das chuvas. Ressalva-se, entretanto, que o fenômeno El Niño não implica necessariamente em um ano seco.

A Tabela 3 mostra a classificação dos extremos da precipitação da Microrregião de Catolé do Rocha de acordo com o Índice de Anomalia de Chuvas (IAC).

**Tabela 3.** Classificação da precipitação usando IAC para a Microrregião de Catolé do Rocha no período de 1910 à 2016.

| Anos  | Classificação                      |
|---|------------------------------------|
| 1913, 1917, 1935, 1937, 1947, 1948, 1952, 1974, 1977, 1985, 2008 e 2009 | Extremamente úmido ( $\geq 4,00$ ) |
| 1910, 1922, 1940 e 1949   | Umidade alta (3,99 a 3,00)         |
| 1914, 1921, 1936, 1942, 1956, 1970, 1999, 2010 e 2013                   | Seca alta (-3,00 a -3,99)          |
| 1983, 1997, 1998, 2001, 2005 e 2012                                     | Seca extrema ( $\leq -4,00$ )      |

Fonte: Autor

Foram registrados eventos considerados “extremamente úmidos” (acima de 4,0), coincidentes com o efeito do El Niño forte, nos anos de 1913, 1917, 1935, 1937, 1947, 1948, 1952, 1974, 1985, 2008 e 2009 respectivamente.

Outros anos classificados como “Umidade alta” ( $3,99 > \text{IAC} > 3,00$ ) e outros como “Umidade moderado” ( $2,99 > \text{IAC} > 2,00$ ), todos os anos considerados pelo IAC como “muito úmidos” tiveram uma boa correspondência com a componente positiva do fenômeno ENOS. Com exceção de alguns anos que são considerados como “ano normal”.

Já sob a perspectiva dos considerados “Seca extrema”, alguns dos anos da série analisada mostraram se com essa classificação, sendo eles os anos de 1983, 1997, 1998, 2005 e 2012.

Considerando o fato de que os eventos nas escalas temporais interanuais e decenais contribuem para a variabilidade da precipitação de uma determinada região, o monitoramento destes fenômenos se torna importante para inferir as condições climáticas nessas regiões e, somente através de um monitoramento sistemático destes fenômenos, bem como das condições pluviométricas da região, é que se pode maximizar o aproveitamento da água da chuva na gestão: agrícola, pesqueira, social e energética (SILVA, *et al.* 2010).

## CONCLUSÃO

A aplicação da técnica do IAC demonstrou que os anos enquadrados como extremamente úmidos e umidade alta apresentaram boa correspondência com os anos sob ação dos eventos La Niña. Já nos anos considerados muito secos e extremamente secos apresentaram alta correspondência com os anos sob ação do fenômeno El Niño.

Dessa forma, com base nos recursos utilizados para análise dos anos sob ação das componentes positivas e negativas do fenômeno ENOS, foi possível observar que a maior parte dos anos da série analisada demonstrou relação com o fenômeno El Niño e com o fenômeno La Niña, esses dois fenômenos afetam significativamente os eventos de precipitação que ocorrem nessa região.

## AGRADECIMENTOS

A Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE) e Agência Nacional de Águas (ANA) pela concessão dos dados de precipitação pluviométrica e ao CAPES pelo auxílio no desenvolvimento da pesquisa.

## REFERÊNCIAS

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil) (ANA). Hidro Web: sistemas de informações hidrológicas. Disponível em: <<http://hidroweb.ana.gov.br>>. Acesso em: 16 abr. 2015.

ARAÚJO, L. E.; DA SILVA, D. F.; MORAES NETO, J. M.; SOUSA, F. A. S. Análise da variabilidade espaço-temporal da precipitação na bacia do rio Paraíba usando IAC. **Revista de Geografia**, v. 24, n. 1, 2007.

ARAÚJO, L. E.; MORAES NETO, J. M.; SOUSA, F. A. S. Análise climática da bacia do rio Paraíba – Índice de Anomalia de Chuva (IAC). **Revista de Engenharia Ambiental**, v. 6, n. 3, p. 508-523, 2009a.

ARAÚJO, L. E.; MORAES NETO, J. M.; SOUSA, F. A. S. Classificação da precipitação anual e da quadra chuvosa da bacia do rio Paraíba utilizando Índices de Anomalia de Chuva (IAC). **Revista Ambiente & Água – an Interdisciplinary Journal of Applied Science**, v. 4, n. 3, 2009b.

ARAUJO, N. S. **Deteção de tendências de mudanças climáticas para os estados da Bahia e Sergipe por meio de índices pluviométricos diários**. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-graduação em meteorologia, UFCG, 2009.

ASSIS, F.N.; ARRUDA, H. V.; PEREIRA, A. R. **Aplicações de estatísticas à climatologia: teoria e prática**. Pelotas: Editora Universitária, 1996.

AZEVEDO, P. V.; SILVA, V. P. R. Índice de seca para a microrregião do agreste da Borborema, no Estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 9, n. 1, p. 66-72, 1994.

CAMPOS, C.G.C.; BRAGA, H.J.; ALVES, R. Mudanças climáticas atuais e seus impactos no estado de Santa Catarina. **Agropecuária Catarinense**, v. 19, n. 3, p. 1-11, 2006.

CITYBRAZIL. Conheça a microrregião de Catolé do Rocha. Disponível em: <[www.citybrazil.com.br/pb/microregiao\\_detalhe.php?micro=1](http://www.citybrazil.com.br/pb/microregiao_detalhe.php?micro=1)>. Acesso em: 08 set. 2017.

DA SILVA, D. F. Análise de aspectos climatológicos, agroecônômicos, ambientais e de seus efeitos sobre a bacia hidrográfica do rio Mundaú (AL e PE). Tese de Doutorado e Recursos Naturais. Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande, 2009.

DA SILVA, D. F.; SOUSA, F. A. S.; KAYANO, M. T. Uso de IAC e ondeletas para análise da influência das multi-escalas temporais na precipitação da bacia do rio Mundaú. **Revista de Engenharia Ambiental**, v. 6, n.1, p. 180-195, 2009.

FERNANDES, D.S.; HEINEMANN, A.B.; PAZ, R.L.F.; AMORIM, A. O.; CARDOSO, A. S. **Índices para a quantificação da seca**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2009. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 244).

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em <<http://www.inmet.gov.br/portal/>>. Acesso em: 18 jan. 2018.

INMET - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos - CPTEC. Disponível em: <<http://www.cptec.inpe.br/>>. Acesso em: 18 jan. 2018.

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change. **Climate Change 2007: The Physical Science Basis**. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K. B. Averyt, M. Tignor and H. L. Miller Eds., Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2007.

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change. **The Physical Science Basis: Contribution of working Group I for the Fourth Assessment Report (AR4)**. Paris: Summary for policymakers (SPM), WMO/ UNEP, 2007. 18p. Disponível em: <<http://ipccwg1.ucar.edu/wg1/wg1-report.html>>. Acesso em: 11 out. 2013.

LUCENA, D.B.; GOMES FILHO, M.F.; SERVAIN, J. Avaliação do Impacto de Eventos Climáticos Extremos nos Oceanos Pacífico e Atlântico sobre a Estação Chuvosa no Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 26, n. 2, p. 297-312, 2010.

MANCUZZO, F. F. N.; MELO, D. C. R.; ROCHA, H. M. Distribuição espaço-temporal e sazonalidade das chuvas no Estado do Mato Grosso. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 16, n. 4, p.157-167, 2011.

MARENGO, J. A.; CAMARGO, C. C. Surface air temperature trends in Southern Brazil for 1960-2002. **Int. J. Climatol.**, v. 28, p. 893-904, 2008.

MARENGO, J. A. Mudanças Climáticas, Condições Meteorológicas Extremas e Eventos Climáticos no Brasil. FBDS (Org.). **Mudanças Climáticas Eventos Extremos no Brasil**. FBDS & LLOYD'S, 2010. p. 5-19.

MARENGO, J. A.; TOMASELLA, J.; UVO, C. R. B. On the Suitability of Non-Parametric Tests for Detection of Trends in Brazilian Rivers. Congresso Brasileiro Meteorologia, p. 1492-1495, 1996.

NOBRE, C; YOUNG, A. F. ; SALDIVA, P. H. N. ;MARENGO, J. A.; NOBRE, A. D. ; OGURA, A. T. ; THOMAZ, O. ; OBREGON, G.; MOREIRA DA SILVA, G. C. ; VALVERDE, M. ; SILVEIRA, A. C. ; RODRIGUES, G. O. Vulnerability of Brazilian Megacities to Climate Change: the São Paulo Metropolitan Region (RMSP). **Climate Change in Brazil: economic, social and regulatory aspects**. Brasília: IPEA, 2011. p. 197-219.

OLIVEIRA, G. S. **O El Niño e Você** - o fenômeno climático. São José dos Campos: Transtec, 2011.

PBMC. Primeiro Relatório de Avaliação Nacional do Painei Brasileiro de Mudanças Climáticas. Sumário Executivo do GT2. PBMC, Rio de Janeiro, Brasil. 28 p. 2013.

PBMC. Primeiro Relatório de Avaliação Nacional do Painei Brasileiro de Mudanças Climáticas. Sumário Executivo do GT2. PBMC, Rio de Janeiro, Brasil. 28 p. 2013.

PINTO, H. S. Adaptação do Setor Agrícola Brasileiro. In: Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável - FBDS. (Org.). **Mudanças Climáticas e Eventos Extremos no Brasil**. Rio de Janeiro: Da Gema Comunicação, 2009. v. 1. p. 34-51.



PINTO, H.S; ASSAD, E.D; ZULLO, J.R; BRUNINI, O; EVANGELISTA, B.A. Impacto do Aumento da Temperatura no Zoneamento Climático do Café nos Estados de São Paulo e Goiás. Avaliação dos cenários do IPCC. XII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia; pp: 605-606. Fortaleza. 2001.

PORSANI, M. J.; MELO, P. E. M.; DA SILVA, M. G. E URSIN, B. Filtragem do Ground Roll utilizando SVD, 11º Congresso Internacional da Sociedade Brasileira de Geofísica, Salvador-BA, 2009.

ROOY, M. P V. A rainfall anomaly index independent of time and space. Notes. **Weather Bureau of South Africa**, v. 14, p. 43-48, 1965.

SANCHES, F. O. **Os Areais do sudoeste do Rio Grande do Sul**: estudo sobre as chuvas no século XX e um possível cenário para o século XXI. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2014. 188p.

SILVA, D. F., SOUSA, F. A. S., KAYANO, M. T. Escalas temporais da variabilidade pluviométrica na bacia hidrográfica do rio Mundaú. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 25, n. 3, p. 324-332, 2010.

SILVA, D.F.S.; SOUSA, A.B.; MAIA, L.M.; RUFINO, L.L. Efeitos da associação de eventos de ENOS e ODP sobre o Estado do Ceará. *Revista de Geografia*, v. 29, n. 2, 2012.

SUDENE - Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste. **Dados pluviométricos mensais do Nordeste**. Estado da Paraíba. Recife: SUDENDE, 1990. (Série pluviometria, 5).

TSAKIRIS G.; LOUKAS A.; PANGALOU D.; VANGELIS H.; TIGKAS D.; ROSSI G.; CANCELLIERE A. Drought characterization. School of Rural and Surveying Engineering, National Technical University of Greece. In: IGLESIAS, A.; MONEO, M.; LÓPEZFRANCOS, A. **Drought management guidelines technical annex**. 2007.