



## ANÁLISE DA VARIABILIDADE DA PRECIPITAÇÃO PLUVIAL NA MICRORREGIÃO DE PETROLINA E JUAZEIRO, USANDO ÍNDICES DE SECAS

HERMES ALVES DE ALMEIDA<sup>1</sup>

MAYSA PORTO FARIAS<sup>2</sup>

---

**Resumo:** A seca é um fenômeno natural desastroso, que gera impactos econômico, agrícola e ambiental significativos. Neste contexto, houve a necessidade de analisar a variabilidade espaço-temporal da chuva na microrregião de Juazeiro, BA, e Petrolina, PE, usando índices de secas, sendo essas determinações os objetivos deste trabalho. Os dados de precipitação pluvial foram extraídos do site da Embrapa semiárido, sendo analisados mediante critérios da estatística climatológica e utilizando-se os índices de anomalia da chuva (IAC) e o padronizado de precipitação modificado (SPIM). O modelo de distribuição de chuvas, para as duas localidades, é irregular, assimétrico e a estação chuvosa dura cerca de quatro meses, além de diferir em quantidade e distribuição. Os índices de secas (IAC e SPIM) podem ser utilizados para monitorar a climatologia pluvial local e/ou microrregional.

**Palavras-chave:** climatologia aplicada, índices meteorológicos, semiárido, chuva

---

### 1. Introdução

A água é o recurso natural indispensável para a manutenção da vida no planeta e, portanto, pela sobrevivência da espécie humana, pela conservação e o equilíbrio da biodiversidade e das relações de dependência entre seres vivos e ambientes naturais.

Neste contexto, a baixa disponibilidade de água no semiárido nordestino e/ou a insegurança hídrica continua a ser uma questão crucial para o abastecimento humano, animal e viabilizar a irrigação e, conseqüentemente, o seu desenvolvimento.

A seca é um fenômeno natural desastroso, que tem um impacto significativo nas esferas socioeconômica, agrícola e ambiental. Ela ocorre de forma lenta e tem início e fim de difícil determinação (Quiring, 2009). Na fase inicial, ela chega a ser despercebida pela comunidade, embora o seu impacto persista mesmo depois do seu término (Fernandes *et al.*, 2009). Por isso, não há uma definição universal do referido fenômeno, uma vez que depende da área temática e/ou da percepção para cada área de estudo. No entanto, a falta e/ou a escassez da chuva seja o ponto de partida.

---

<sup>1</sup> Prof<sup>o</sup> Dr, Univ. Estadual da Paraíba (UEPB), Campina Grande, e-mail-hermes\_almeida@uol.com.br.

<sup>2</sup> Geografa, mestranda em Desenvolvimento Regional, UEPB, e-mai: maysaportofarias@gmail.com



É muito comum relacionar as secas do nordeste brasileiro com as ocorrências do fenômeno El Niño Oscilação Sul (ENOS). No entanto, essa coincidência se limita à fase extrema do ENOS (Almeida, 2002), por que há indícios que a variabilidade na precipitação pluvial, nesta região, esteja mais relacionada com as condições do Oceano Atlântico Tropical (Kayano & Andreoli, 2006).

Neste contexto, as secas dependem dos sistemas meteorológicos que atuam numa região e dos fenômenos de grande escala que influenciam as variáveis que definem o comportamento e a circulação da atmosfera. Assim, o enquadramento da severidade da seca requer procedimentos metodológicos nas escalas temporal e espacial.

Para que as definições de secas sejam dependentes da temática de abordagem, há quatro diferentes tipos de secas, enquadradas em função dos seus efeitos como sendo: meteorológica, agrícola, hidrológica e a socioeconômica (HEIM JUNIOR, 2002).

A seca meteorológica, por exemplo, depende do déficit de precipitação pluvial observado e da sua duração. Por isso, o monitoramento de períodos secos ou chuvosos e da variabilidade espaço-temporal da precipitação no Nordeste brasileiro é de extrema importância e pode ser feito mediante os índices denominados de secas.

Dentre os índices quantificadores de secas mais utilizadas, constam no artigo de Fernandes *et al.* (2009), com destaque para os de severidade de seca de Palmer e o padronizado de precipitação (Mckee, Doesken & Kleist, 1993) e o padronizado de precipitação modificado por Almeida & Silva (2008).

Destaca-se, entretanto, que o estabelecimento desses índices constituem uma valiosa ferramenta nos estudos de disponibilidade hídrica, sejam eles de curta ou de longa duração (Hayes *et al.*, 1999).

Diante disto, houve a necessidade de analisar a variabilidade da precipitação pluvial na microrregião de Juazeiro, BA, e Petrolina, PE, utilizando-se dois índices de secas: o de anomalia de chuva (IAC) e o padronizado de precipitação modificado (SPIM), sendo essas determinações os objetivos principais deste trabalho.

## 2. Material e Métodos

A área experimental deste trabalho será constituída por duas localidades do semiárido nordestino, Petrolina, no Estado de Pernambuco, latitude 09° 09' S, longitude 40° 22'W e altitude de 376 m e Juazeiro, Bahia, latitude 09° 24' S, longitude 40° 26'W e altitude de 371 m, como mostra a Figura 01.

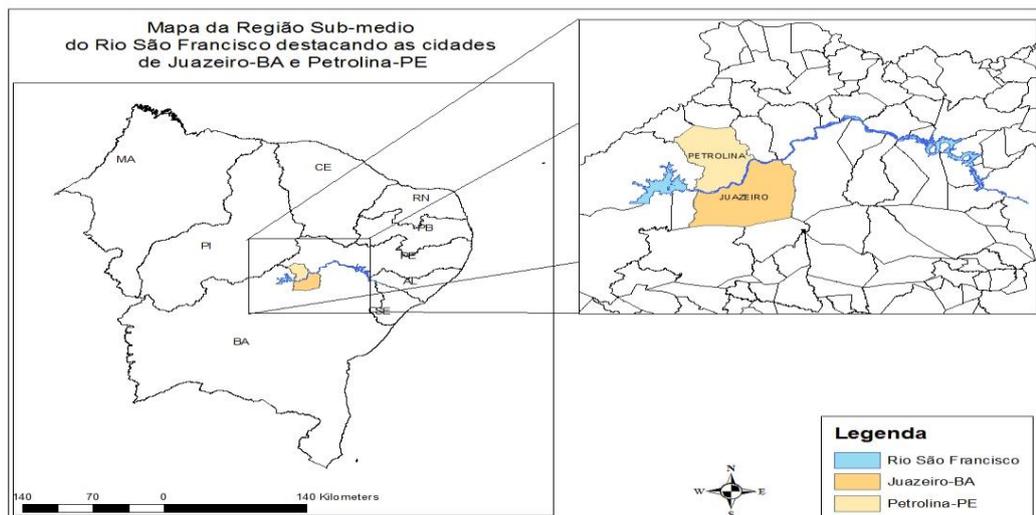


Figura 01. Mapa do nordeste, com destaque para as localidades de Petrolina, PE, e Juazeiro, BA. Fonte: Ministério da Integração Nacional, adaptado por Farias, 2012

## 2.1 Procedimentos metodológicos

Para a efetivação deste estudo foram utilizadas as séries mensais e anuais de precipitação pluvial e temperatura do ar das localidades de Petrolina, PE, e Juazeiro, BA, correspondentes ao período: 1975/2013 extraídos diretamente do banco de dados da Embrapa semiárido, disponibilizado no site da Embrapa semiárido (<http://www.cpatsa.embrapa.br>).

As séries de dados mensais e anuais foram consistidas e analisadas usando-se critérios da estatística climatológica conforme descrições feitas, com maiores detalhes, nos artigos de Almeida (2012), Almeida & Porto (2012), Almeida, Freitas & Silva (2013).

Utilizando-se a distribuição de frequência, os dados pluviométricos foram arranjados em classes ou categorias, sendo determinados: os intervalos e a amplitude da classe, os pontos médios de cada classe, com as suas respectivas frequências e elaborado os histogramas e polígonos de frequência, mediante critérios estatísticos propostos por Almeida & Porto (2012).

O agrupamento dos dados mensais e anuais de precipitação pluvial foi feito usando a distribuição de frequência e obedecendo à sequência cronológica. Em seguida, determinaram-se as medidas de tendência central (média e mediana) e de dispersão (amplitude, desvio padrão e coeficiente de variação).

O critério utilizado para o estabelecimento da estação chuvosa foi o da sequência de meses com os maiores valores médios mensais de cada localidade, os anos mais chuvosos



(maior total anual) e mais secos (menor total anual) referentes a toda série de cada localidade.

As variabilidades temporais da precipitação pluvial, na estação chuvosa, anual e/ou por décadas, foram calculadas com base nas respectivas médias, comparando-se os totais observados, em cada uma das escalas temporais, com a média da série  $\pm$  o desvio padrão (DP), para cada localidade. Maiores detalhes dessa metodologia, encontra-se no artigo de ALMEIDA (2013).

Constatado que o modelo de distribuição de chuvas é assimétrico, a medida de tendência central utilizada foi à mediana e, portanto, adotada para estabelecer a estação chuvosa e os demais períodos de análises.

Para monitorar os índices de seca meteorológica foram utilizadas duas metodologias distintas descritas nos Índices quantificadores de secas, a saber: de Anomalia de Chuva (IAC) e Padronizado de Precipitação Modificado (SPIM), cujas equações e critérios serão descritos a seguir.

a) Índice de Anomalia de Chuva (IAC) foi determinado mediante a fórmula adotada por Rooy (1965), com adaptações feitas para as anomalias positiva e negativa:

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

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

b) Índice Padronizado de Precipitação Modificado (SPIM). Em virtude do modelo de distribuição de chuva ser assimétrico, o Índice Padronizado de Precipitação (SPI) proposto por Mckee *et al.*, (1993), foi modificado por Almeida & Silva (2008), substituindo a média pela mediana, de acordo com a seguinte expressão:

$$SPIM = \left( \frac{P - Med}{Dp} \right)$$

Sendo:  $N$  = precipitação observada (mm);

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

$\bar{M}$  = média dos dez maiores valores de precipitações da série histórica (mm);

$P$  = precipitação anual (mm);

$Med$  = mediana mensal ou anual da chuva, em mm;

$Dp$  = desvio padrão da média da chuva, em mm.



As adaptações de procedimentos metodológicos aplicadas nas equações originais de Rooy (1965) e Freitas (2004, 2005), para o cálculo do IAC, consistiram em selecionar os anos e os meses com valores acima (anomalia positiva) e abaixo da média (anomalia negativa), evitando-se, assim, erros ao aplicar nas equações com as respectivas descrições.

As categorias de umidade e/ou de secas foram estabelecidas de acordo com critérios e discriminações dos referidos índices.

Os cálculos, análises e figuras foram feitos usando-se a planilha Excel.

### 3. Resultados e Discussão

As médias mensais da média, mediana e desvio padrão (DP) da chuva das localidades de Petrolina e Juazeiro, são mostrados, respectivamente, na Figura 03 e 04. Observa-se que, as médias aritméticas mensais estão sempre associadas a uma elevada dispersão (DP), mostradas através dos respectivos desvios padrão da média.

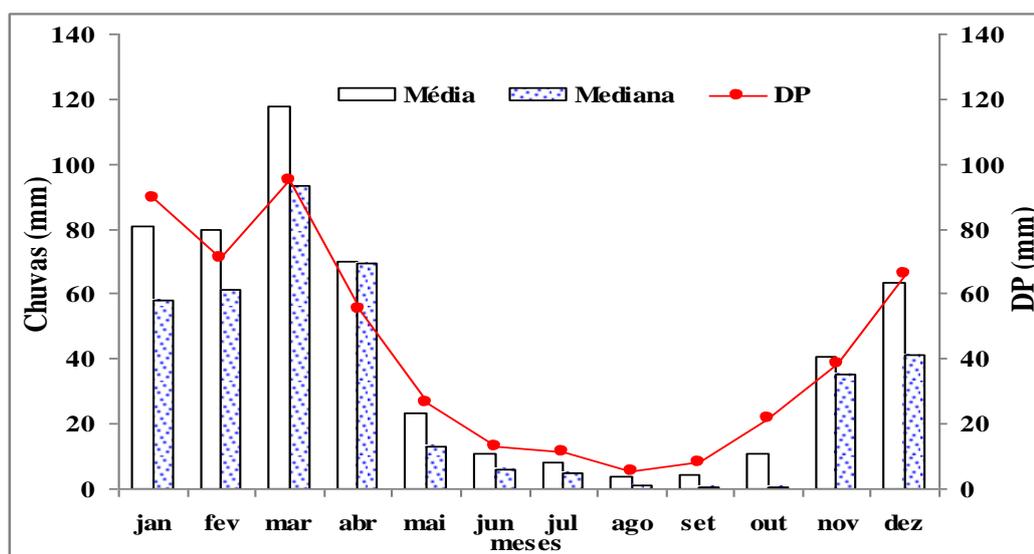


Figura 03. Médias mensais das médias, medianas e desvio padrão da precipitação pluvial. Petrolina, PE, médias do período: 1975/2013.

Quando se compara uma localidade com outra (Figuras 03 e 04), constata-se que não há praticamente diferenças visíveis no modelo de distribuição mensal de chuvas, tanto na quantidade quanto na distribuição ao longo do ano. No entanto, quando se analisa isoladamente cada local, verifica-se uma irregularidade mensal na distribuição de chuvas tanto para a Petrolina quanto em Juazeiro, quantificadas através dos elevados desvios padrão, sendo superiores a média esperada da série no período de maio a janeiro, ou seja,



por nove meses. Embora a diferença no DP seja inferior a 5,0 %, Juazeiro tem um com desvio padrão médio mensal de 41,3 % contra 37,0 % para Petrolina.

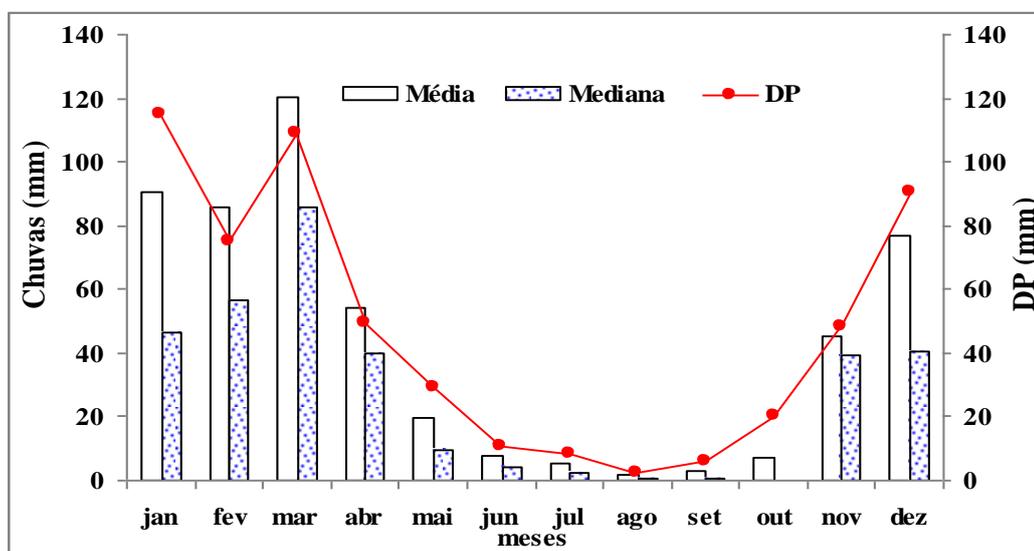


Figura 4. Médias mensais das médias, medianas e desvio padrão da precipitação pluvial. Juazeiro, BA, médias do período: 1975/2013.

Numa simples visualização nas Figuras 03 e 04, nota-se que, as médias mensais das médias são superiores as da mediana. As curvas formadas por essas duas medidas de tendência central mostram que a distribuição de chuva é assimétrica e o coeficiente de assimetria de Person é positivo. Para esse tipo de modelo de distribuição, a média passa a não ser o valor mais provável de ocorrer. Por isso, deve-se adotar a mediana como medida de tendência central, em vez da média, o que corrobore com os resultados encontrados para outras localidades por Almeida & Gomes (2011), Almeida (2012), Oliveira, Nóbrega & Almeida (2012).

Consta-se, também, que a estação chuvosa, em ambas as localidades, se concentre de janeiro a março, com a pré-estação a partir de novembro-dezembro e a pós-estação em abril (Figuras 3 e 4). No entanto, há diferenças em duração, quantidade e distribuição, quando se compara Petrolina de Juazeiro, embora à distância, em linha reta, entre as estações meteorológicas inferior a 20 km ( $0,15^\circ$  latitude). Essa característica parece ser própria do semiárido nordestino, onde a variabilidade ocorre tanto na forma espacial quanto temporal, resultados esses que concordam como os obtidos por Almeida (2012) para outras localidades do semiárido paraibano.

Os valores dos índices de anomalia da chuva (IAC), para as localidades de Petrolina, PE, e Juazeiro, BA, são mostrados nas Figuras 5 e 6. Os retângulos na cor azul e vermelho



indicam, respectivamente, quantidades de chuvas acima e abaixo da média esperada. Em síntese, choveu menos do que o esperado e 46,2 % dos anos em Petrolina e em e 56,4 % em Juazeiro.

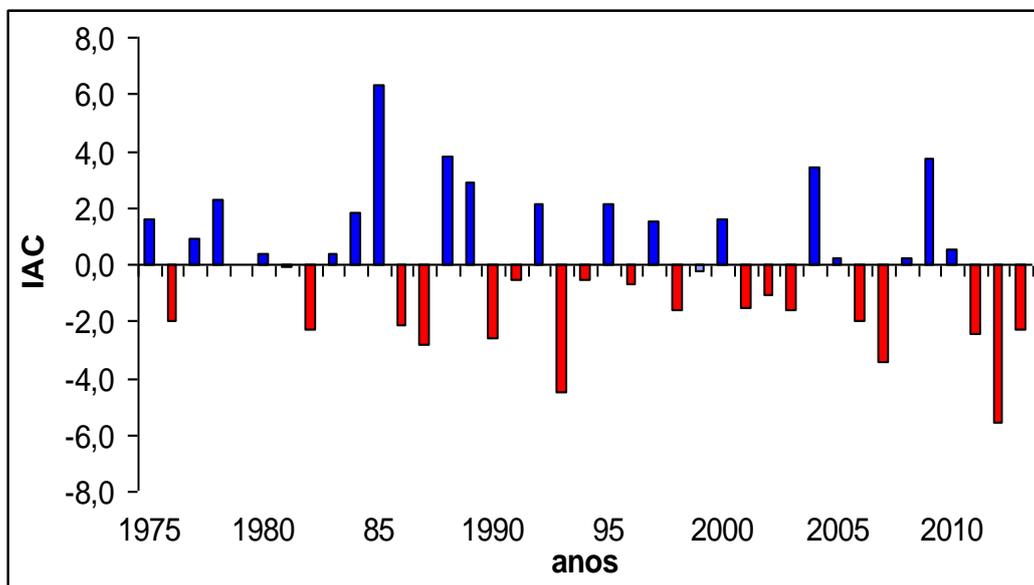


Figura 05. Valores dos índices de anomalia de chuva (IAC), para as respectivas categorias de secas, para Petrolina, PE.

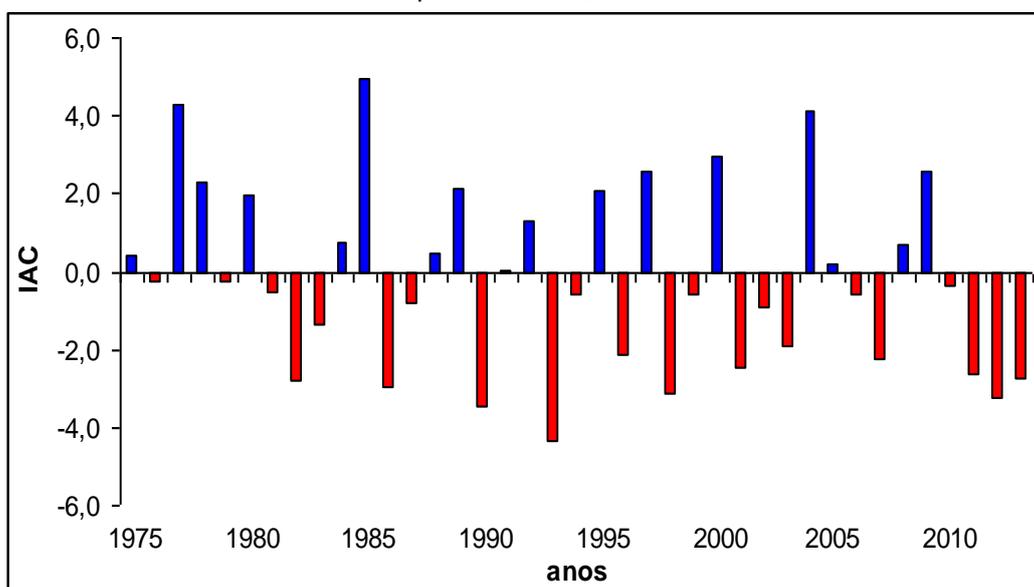


Figura 06. Valores dos índices de anomalia de chuva (IAC), para as respectivas categorias de secas, para Juazeiro, BA.

As frequências relativas, para as diferentes categorias de secas, usando o índice padronizado de precipitação modificado, são apresentadas na Figura 07. Por esse indicativo, constata-se que a categoria enquadrada como sendo Próximo ao normal ocorreu



em 74,4 % dos anos, na localidade de Petrolina-PE, do período: 1975 a 2013, contra e 61,5 % em Juazeiro, BA. Mesmo com o valor menor, destaca-se que não houve registro na categoria de seca denominada de extremamente seca.

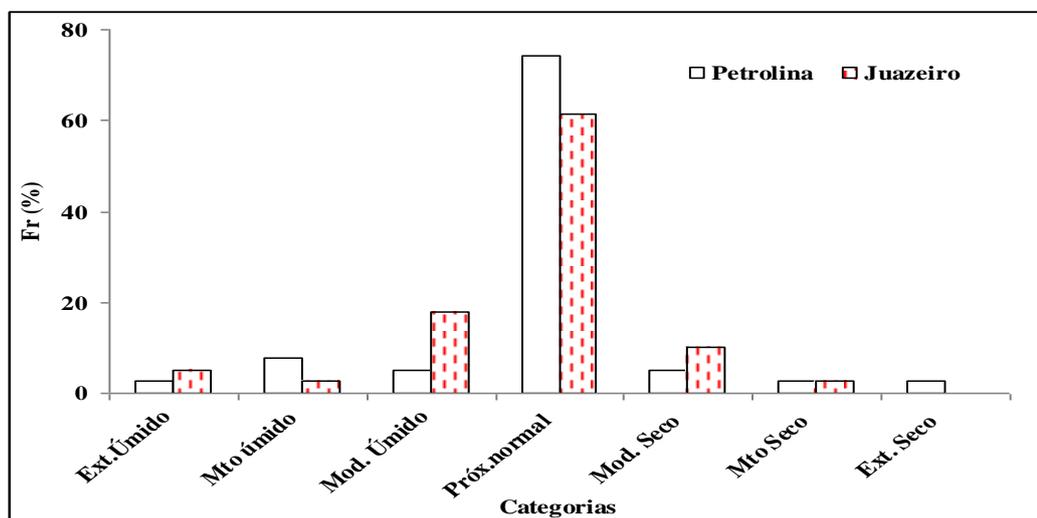


Figura 07. Frequência relativa do índice de padronizado de precipitação modificado (SPIM), para as respectivas categorias de secas, para Petrolina, PE, e Juazeiro, BA.

#### 4. Conclusões

O regime pluvial das localidades de Petrolina, PE, e Juazeiro, BA, é irregular, assimétrico e a mediana é a medida de tendência central recomendada. A estação chuvosa dura de três a quatro meses, difere em quantidade e em distribuição e nem sempre coincide a ocorrência do ano mais seco.

Os índices de anomalia da chuva (IAC) e o padronizado de precipitação modificado (SPIM) podem ser utilizados como uma ferramenta de planejamento hídrico local e/ou microrregional, para monitorar e/ou gerar diagnósticos da climatologia pluvial.

#### 5. Referências Bibliográficas

ALMEIDA, H. A. de. *Oscilações decadal e sazonal das temperaturas do ar no semiárido nordestino*. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.6, n.5 p.1100-1114, 2013.

ALMEIDA, H. A. de; FREITAS, R. C.; SILVA, L. *Determinação de períodos secos e chuvosos em duas microrregiões da Paraíba através da técnica dos quantis*. **Revista de Geografia (UFPE)**, v. 30, no. 1, p. 217-232, 2013.



ALMEIDA, H. A. de. *Climate, water and sustainable development in the semi-arid of northeastern Brazil*. In: **Sustainable water management in the tropics and subtropics and case studies in Brazil**, Unikaseel, Alemanha, v.3, p.271-298, 2012

ALMEIDA, H. A. de, FARIAS, M. P. **Regime pluvial e potencial de captação de água para as microrregiões mais secas da Paraíba**, 8, Campina Grande, PB, CD-R, 2012.

ALMEIDA, H. A. de, GOMES, M. V. A. *Potencial para a captação de água da chuva: alternativa de abastecimento de água nas escolas públicas de Cuité, PB*. In: **Congresso Brasileiro de Agrometeorologia**, 17, Guarapari, ES, 2011, Anais..., Guarapari: CD-R.

ALMEIDA, H. A. de, SILVA, L. *Determinação das características hídricas da microbacia de drenagem da barragem Vaca Brava*. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 16, n. 1, p. 77-86, 2008.

ALMEIDA, H. A. de. **Relação entre o fenômeno el niño-oscilação sul e a ocorrência de chuvas no Sudeste da Bahia**. Ilhéus: CEPLAC/CEPEC, Boletim Técnico nº 183, 2002.

FERNANDES, D. S. *et al.* (2009) **Índices para a quantificação da seca**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 45p. (Documentos, 244), 2009.

FREITAS, M. A. S. *A Previsão de secas e a gestão hidroenergética: o caso da Bacia do Rio Parnaíba no nordeste do Brasil*. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE REPRESAS Y OPERACIÓN DE EMBALSES, 2004, Puerto Iguazú. **Anais...** Puerto Iguazú: CACIER, 2004. v. 1. p. 1-1.

FREITAS, M. A. S. *Um sistema de suporte à decisão para o monitoramento de secas meteorológicas em regiões semi-áridas*. **Revista Tecnologia**, Fortaleza, v. suplem., p. 84-95, 2005.

HAYES, M. J. ; SVOBODA, M. D. ; WILHITE, D. A. ; VANYARKHO, O. V. *Monitoring the 1996 drought using the Standardized Precipitation Index*. Bull. Am. Meteorol. Soc., v. 80, n.3, p. 429-438, 1999.

HEIM JUNIOR, R. R. *A review of twentieth - century drought indices used in the United States*. **Bulletin of the American Meteorological Society**, v.83, n.8, p.1149-1163, 2002.

McKEE, T.B.; DOESKEN, N. J.; KLEIST, J. *The relationship of drought frequency and duration to times scale*. In: CONFERENCE ON APPLIED CLIMATOLOGY, 8, 1993, Boston. **Anais American Meteorological Society**, Boston: PREPRINTS, 1993. p.179 – 184

OLIVEIRA, G. C. S.; NÓBREGA, R. S.; ALMEIDA, H. A. de. *Perfil socioambiental e estimativa do potencial para a captação de água da chuva em catolé de casinhas, PE*. **Revista de Geografia (UFPE)**, v. 29, no. 1, p. 75-90, 2012

QUIRING, S.M. *Developing objective operational definitions for monitoring drought*. **Journal Applied Meteorology and Climatology**, v.48, p. 1217–1229, 2009.

ROOY, V. M. P. **A rainfall anomaly index independent of time and space**, Notos, Pretoria, v. 14, 43 p. 1965.