

# ÍNDICE PADRONIZADO DE PRECIPITAÇÃO (IPP) DE TRÊS MESES PARA O ESTADO DA PARAÍBA

MARIA JOSÉ HERCULANO MACEDO <sup>1</sup>; RONI VALTER DE SOUZA GUEDES <sup>2</sup>;  
FRANCISCO DE ASSIS SALVIANO DE SOUSA <sup>3</sup>

<sup>1</sup>Licenciada em Matemática, M.Sc., Pós-Graduanda, Unidade Acadêmica de Ciências Atmosférica, UFCG/Campina Grande – PB, email:

[mariejhm@hotmail.com.br](mailto:mariejhm@hotmail.com.br)

<sup>2</sup>Meteorologista, M.Sc., Pós-Graduando, Unidade Acadêmica de Ciências Atmosférica, UFCG/Campina Grande – PB, email:

[roniguedes84@yahoo.com.br](mailto:roniguedes84@yahoo.com.br)

<sup>3</sup>Meteorologista, Prof. Associado D.Sc., Unidade Acadêmica de Ciências Atmosféricas, UFCG/Campina Grande – PB, email:

[fassis@dca.ufcg.edu.br](mailto:fassis@dca.ufcg.edu.br)

Apresentado no XVI Congresso Brasileiro de Agrometeorologia - 22 a 25 de Setembro de 2009 – GranDarrell Minas Hotel, Eventos e Convenções - Belo Horizonte, MG

**RESUMO:** A seca é um dos complexos fenômenos naturais que afeta várias partes do mundo e provoca impactos sociais, econômicos e ambientais. Como cerca de 80% da área do estado da Paraíba está inserida no semi-árido nordestino, o estudo de secas é interessante. Assim, este estudo teve como objetivo avaliar a capacidade do índice padronizado de precipitação de três meses, IPP-3, em inglês, “standardized precipitation index” de três meses, SPI-3, para identificar secas severas e extremas neste Estado. Para isso, utilizou-se a padronização da variável precipitação de 50 postos pluviométricos da Paraíba a fim de regionalizar o período chuvoso de cada local. Em seguida aplicou-se a metodologia do SPI para a obtenção de categorias de secas para três meses. Os resultados mostraram a presença de secas severas e extremas em todas as cinco regiões obtidas pela padronização da precipitação. A região do Cariri foi a que apresentou a maior duração de secas severas, verificada nas cidades de Monteiro e Boqueirão. Adicionalmente, Monteiro apresenta a maior quantidade e duração de secas severas e extremas. Assim, o SPI-3 mostrou ser um índice de alta capacidade para a obtenção da duração e intensidade de secas no Estado.

**PALAVRAS-CHAVE:** Secas, standardized precipitation index e previsão de secas.

## THREE MONTHS STANDARDIZED PRECIPITATION INDEX (SPI) FOR PARAÍBA STATE

**ABSTRACT:** Drought is one of the complex natural phenomena that affect various parts of the world and causes social, economic and environmental impacts. How about 80% of the Paraíba state area is inserted in the semiarid region, the droughts study is interesting. This study aimed to evaluate the standardized precipitation index ability, SPI-3, of three months, to identify severe and extreme droughts. For this, was used the standardization of rainfall of 50 rain gauges to regionalize the rainy season in each location. Then, was applied the SPI methodology for obtaining categories of drought for three months. The results showed the presence of severe and extreme drought for all five regions obtained by standardization of rainfall. The Cariri region presented the greatest of severe drought period, in the Monteiro and Boqueirão cities. Additionally, Monteiro presents the greatest amount and duration of severe and extreme drought. Thus, the SPI-3 was shown be an ability high index to obtain the duration and intensity of droughts in the state.

**KEYWORDS:** Droughts, standardized precipitation index e droughts forecasting

**INTRODUÇÃO:** A seca é um dos complexos fenômenos naturais que afeta várias partes do mundo e provoca impactos sociais, econômicos e ambientais. Esse fenômeno corresponde à característica temporária do clima de uma região, decorrente de precipitações pluviométricas abaixo da normal climatológica por certo período, o que não deve ser confundido com aridez, que é uma característica permanente do clima resultante dos baixos níveis pluviométricos (Tsakiris & Vangelis, 2004). Aproximadamente 80% da área da Paraíba está inserida no semi-árido nordestino, assim sendo, a população dessa região padece em demasia com a falta d'água em virtude das ocorrências de secas no estado. Nesta perspectiva, para reduzir a vulnerabilidade das populações atingidas pelas secas é interessante o desenvolvimento e implementação de sistemas voltados para o seu monitoramento. Para contornar os efeitos das longas estiagens, ao longo dos anos, esforços têm sido concentrados no sentido de desenvolver índices de seca capazes de não apenas detectar períodos longos de estiagens como também classificá-los em termos de intensidades. O índice de seca conhecido por SPI (em inglês, Standardized Precipitation Index) foi desenvolvido por Mckee (1993) e desde então têm sido usado em vários estudos devido sua capacidade de quantificar o déficit ou excesso de precipitação em diversas escalas temporais e permitir comparações entre regiões com diferentes características climáticas. Assim, diversos trabalhos científicos têm demonstrado o seu potencial no monitoramento do fenômeno das secas (Mckee, 1993; Blain & Brunini, 2007; Tonkaz, 2006; Tsakiris & Vangelis, 2004). O objetivo deste trabalho é o de avaliar se o SPI de três meses, SPI-3 é capaz de identificação secas extremas e severas no estado da Paraíba.

**MATERIAL E MÉTODOS:** Foram usados os totais mensais precipitados de 50 postos pluviométricos da rede de pluviômetro do estado da Paraíba, disponível na Unidade Acadêmica de Ciências Atmosféricas (UACA) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), cujas séries apresentam longo período de registros (1965-2000) e contemplam todas as microrregiões do estado da Paraíba. A rede pluviométrica do estado da Paraíba esboça uma distribuição espacial relativamente homogênea (Figura 1).

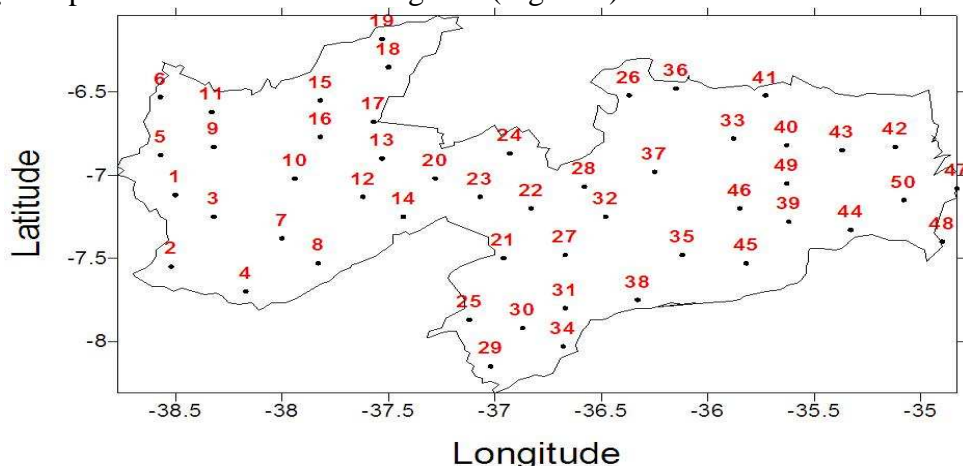


Figura 1: Distribuição espacial dos postos pluviométricos usados no estudo.

O cálculo do SPI, que requer uma série de dados com no mínimo trinta anos, é determinado a partir das funções de densidade de probabilidade que descrevem as séries históricas de precipitação nas diferentes escalas de tempo. Foram consideradas, para fins de ajuste, as distribuições normal e Gama, como a equação 1.

$$g(x) = \frac{1}{B^a \Gamma(a)} x^{a-1} e^{-x/b} \quad (1)$$

em que  $a > 0$  é o parâmetro de forma,  $b > 0$  é o parâmetro de escala e  $x > 0$  é quantidade de precipitação. A função Gama é dada por:

$$\Gamma(a) = \int_0^{\infty} y^{a-1} e^{-y} dy \quad (2)$$

Os parâmetros  $a$  e  $b$  da função densidade de probabilidade Gama são estimados para cada estação e escala de tempo de interesse. A função acumulada de probabilidade Gama é:

$$G(x) = \frac{1}{\Gamma(\hat{\alpha})^0} \int_0^x t^{\hat{\alpha}-1} e^{-t} dt \quad (3)$$

A função Gama  $\Gamma(a)$  não é definida em  $x=0$ , mas como a distribuição de precipitação pode conter zeros, a probabilidade acumulada é dada da seguinte forma:

$$H(x) = q + (1-q)G(x) \quad (4)$$

em que  $q$  é a probabilidade de ocorrer um zero. Se  $m$  for o número de zeros numa série de precipitação, então  $q=m/n$ . A relação entre as distribuições de probabilidade Gama e Normal é dada por:

$$Z = SPI = - \left( t - \frac{c_0 + c_1 t + c_2 t^2}{1 + d_1 t + d_2 t^2 + d_3 t^3} \right) \quad \text{para } 0 < H(x) \leq 0,5 \quad (5)$$

$$Z = SPI = + \left( t - \frac{c_0 + c_1 t + c_2 t^2}{1 + d_1 t + d_2 t^2 + d_3 t^3} \right) \quad \text{para } 0,5 < H(x) \leq 1,0 \quad (6)$$

sendo:  $c_0 = 2,515$ ;  $c_1 = 0,803$ ;  $c_2 = 0,010$ ;  $d_1 = 1,433$ ;  $d_2 = 0,189$ ;  $d_3 = 0,001$ ;

em que  $t = \sqrt{\ln\left(\frac{1}{(H(x))^2}\right)}$  para  $0 < H(x) \leq 0,5$  e  $t = \sqrt{\ln\left(\frac{1}{(1-H(x))^2}\right)}$  para  $0,5 < H(x) \leq 1,0$ ,

O cálculo do índice SPI inicia com o ajuste da função densidade de probabilidade Gama às séries de totais mensais precipitados. Em seguida a probabilidade acumulada de ocorrência de cada total mensal é estimada. A função Normal inversa Gaussiana é aplicada a essa probabilidade resultando no valor SPI. O evento seca inicia quando o SPI torna-se negativo e atinge o valor -1 e finda quando este volta a apresentar valores positivos. Dentro de sua escala, os valores menores ou iguais a -2 indicam secas extremas e os maiores ou iguais a +2 indica umidade extrema (Tabela 1).

Classificação do SPI	
$\geq 2.00$	Extremamente úmido
1.99 a 1.50	Muito úmido
1.49 a 1.00	Moderado úmido
0.99 a -0.99	Normal
- 1.00 a -1.49	Moderado seco
- 1.50 a -1.99	Severamente seco
$\leq - 2.00$	Extremamente seco

Tabela 1 – Classificação dos períodos secos e chuvosos do SPI

Como o SPI é normalizado, climas úmidos e secos podem ser representados, assim o SPI pode monitorar tanto os períodos úmidos quanto os secos (Tsakiris & Vangelis, 2004).

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Utilizando o método de padronização da variável precipitação foi possível dividir o Estado da Paraíba em cinco sub-regiões com características pluviométricas semelhantes, são elas: a região Litoral com 12 postos, Agreste 7, Cariri 12, Alto Sertão 15 e sudoeste do Alto Sertão 4, conforme a Figura 2.

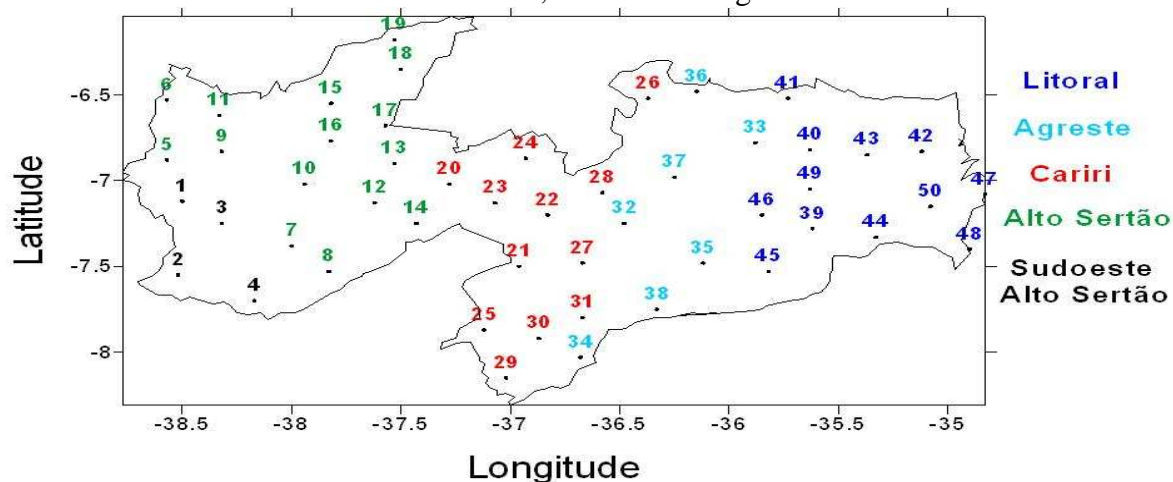


Figura 2: Sub-regiões pluviométricamente homogêneas.

A Tabela 2 mostra apenas as ocorrências de secas severas e extremas, visto que são elas que provocam impactos mais significativos na economia do Estado. A numeração junto ao nome do posto pluviométrico representa sua localização na Figura 2. Vale ressaltar que as demais localidades apresentaram anos com secas moderadas. O SPI-3 foi escolhido devido a grande variação sazonal da precipitação no Estado.

Postos	Anos de seca severa	Anos de seca extrema	Postos	Anos de seca severa	Anos de seca extrema
2_Conceição	1977/78		25_Monteiro	1969/76/83/84	1968/81
3_Serra Grande	1980	1966	28_Juazeirinho	1998	
4_Manaira	1973		29_S.S.Umbuzeiro	1981	
6_Barra do Juá		1999	30_Camalaú	1990	
8_Juru	1983/84		32_Gurjão	1981	
9_São Gonçalo	1981/94/99		34_S. M. Paraíba	1981/90/91	
10_Curemas	1981/91		35_Boqueirão	1992/93	
11_São Vicente	1991		37_Olivedos	1981	
13_Malta	1998		39_Ingá	1981/97/98	
15_Jericó	1998		40_Serraria	1970/71/72	
16_Pombal	1999		44_Itabaiana	1977/78/81/98	
19_B. B. Cruz	1983/93		46_C. Grande	1981/98	
22_Taperoá	1983/90/92/93		47_João Pessoa	1998	
23_Passagem	1992/93		49_A. Grande	1981/83	

Tabela 2 – Identificação de secas severa e extrema utilizando o SPI-3

Quanto a identificação de secas representada pelo SPI-3 os postos Itabaiana, Monteiro e Taperoá apresentaram maior quantidade de anos com secas severas, sendo a maior duração das secas verificadas na cidade de Monteiro durante 13 meses entre 1983 e 1984. Os anos de secas extremas foram verificados na cidade de Barra do Juá, Monteiro e Serra Grande, sendo a seca de maior duração com cinco meses observada novamente em Monteiro no ano 1981, essa cidade com cinco ocorrências de secas significativas possui relevo acentuado nas circunvizinhanças que pode interferir no transporte de umidade até ela, essa particularidade

ocasiona aridez, déficit hídrico (Silva et al, 2006) e maior frequência de eventos de secas extremas. Outras secas com duração acima de 11 meses merecem destaque; A cidade de Serraria passou por 11 meses de seca severa entre 1970 e 1971 e no ano seguinte (1972) mais uma seca severa de seis meses, Conceição com 11 meses, entre 1977 e 1978, Santa Maria da Paraíba com 12 meses, entre 1990 e 1991, São Vicente com 12 meses em 1991 e Boqueirão com 13 meses, entre 1992 e 1993. A partir de uma análise do conjunto de eventos, observa-se que o ano de 1981 apresenta ocorrências de secas severas em 11 localidades distribuídas por todo o Estado, fato similar volta a ocorrer apenas em 1998/99 com nove localidades. Uma justificativa possível é a ocorrência do fenômeno El NIÑO nos anos de 1980/82 e de 1997/98 que provoca seca na região Nordeste do Brasil justamente nos meses de DJF onde se concentram os meses mais chuvosos da região. Observando agora a ocorrência temporal anual de seca nas cinco sub-regiões em que o Estado foi dividido, tem-se um aumento na quantidade dos anos de secas a medida que se adentra no continente. A sub-região Litoral apresenta sete anos, Agreste com 5 anos (menos que a Litoral devido ao numero de localidades dessa sub-região ter sido bem menor), Cariri com 10 anos e Alto Sertão com 13 anos. Isto ocorre, em parte, porque a umidade transportada do Oceano Atlântico para o continente diminui do litoral para o interior.

**CONCLUSÕES E SUGESTÕES:** Todas as cinco sub-regiões definidas neste estudo apresentaram ocorrências de secas severas e extremas, obtidas pelo o SPI-3. A maior quantidade de anos e duração de secas severas e extremas foi verificada para a cidade de Monteiro na sub-região do Cariri paraibano, fato este possivelmente decorrente da orografia do lugar. Também, a cidade de Boqueirão apresentou duração de secas severas semelhantes a da cidade de Monteiro, mas em anos diferentes. O índice SPI mostrou-se altamente capaz em obter a duração e intensidade de secas no Estado. Para estudos futuros sugere-se a obtenção de secas com escalas temporais maiores.

**AGRADECIMENTOS:** Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro concedido para elaboração desta pesquisa.

#### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- BLAIN, G. C; BRUNINI, O. Análise Comparativa dos índices de seca de Palmer, Palmer Adaptado e índice padronizado de precipitação no estado de São Paulo. Revista Brasileira de Meteorologia, v.22, n.1, p.105-111, 2007.
- McKEE, T. B.; DOESKEN, N.J.; KLEIST, J. The relationship of drought frequency and duration ot time scales. Eighth Conference on Applied Climatology, American Meteorological Society, Jan 17-22, Anaheim CA, p.179-186, 1993
- SILVA, D. F;BORGES, C; SILVA, M. F. C. S. D; CORREIA, K. G. Zoneamento Agroclimático e Aptidão Climática de Culturas para Monteiro (PB). In: XIV Congresso Brasileiro de Meteorologia, Florianópolis, 2006.
- TONKAZ, T. Spatio-Temporal Assessment of historical droughts using SPI with GIS in GAP Region, Turkey. Journal of Applied Sciences, v.12, n.6, p. 2565-2571, 2006.
- TSAKIRIS, G; VANGELIS, H. Towards a Drought Watch System based on Spatial SPI. Water Resources Management, v.18, p. 1-12, 2004.
- [http://www.nemrh.uema.br/meteoro/el\\_nino.htm](http://www.nemrh.uema.br/meteoro/el_nino.htm)
- <http://enos.cptec.inpe.br/>