

Aplicação do Índice de Severidade de Seca de Palmer para o Estado da Paraíba

(Application of Palmer Severity Drought Index for the Paraíba State, in Brazil)

Rodrigo César Limeira¹, Pedro Vieira de Azevedo², Wagner de Aragão Bezerra³, Morgana Viturino de Almeida³, Hudson Ellen Alencar Menezes⁴

^{1,2,4} Unidade Acadêmica de Ciências Atmosféricas - Universidade Federal de Campina Grande - Campina Grande – PB
rodrigocezarlimeira@yahoo.com.br; pvieira@dca.ufcg.edu.br;
hudsonellen@bol.com.br

^{3,4} Instituto Nacional de Meteorologia – Brasília – DF
waragao@yahoo.com; morganavalmeida@yahoo.com.br

Abstract. *The Palmer severity drought index (PSDI) is the most world used to characterize the severity of the droughts. This research had the objective of establishing the PSDI on a base of rainfall, air temperature and potential evapotranspiration informations of locations of João Pessoa and Patos in the Paraíba state. The components of the Palmer water balance such as: monthly average values, adimensionais coefficients, climatic parameters and PSDI were obtained with the aid of a software created in the programming language "Visual beginner's all-purpose symbolic instruction code". The results show to be representative of the climatic variability of the studied location and are coherent with those obtained by Palmer (1965) for the state of Iowa in the United States of America.*

Keywords. *rainfall; potential evapotranspiration; climatic water balance.*

Resumo. *O índice de Severidade de Seca de Palmer (ISSP) é o mais utilizado no mundo para indicar as severidades das secas. Esta pesquisa objetivou obter o ISSP a partir de dados de precipitação pluvial, temperatura do ar e evapotranspiração potencial das localidades de João Pessoa e Patos no Estado da Paraíba. Os componentes do balanço hídrico de Palmer, seus valores médios mensais, os coeficientes adimensionais, os parâmetros climáticos e o ISSP, foram obtidos com o auxílio de um software criado na linguagem de programação "Visual Basic". Os resultados obtidos são representativos da variabilidade climática das localidades estudadas e são coerentes com aqueles obtidos por Palmer (1965) para o estado de Iowa nos Estados Unidos da América.*

Palavras-chave. *Precipitação pluviométrica; evapotranspiração potencial; balanço hídrico climático.*

1. Introdução

A seca é um dos mais complexos fenômenos naturais que atinge milhões de pessoas em várias partes do mundo e provoca prejuízos da ordem de bilhões de dólares em vários

países. Nos EUA, por exemplo, os prejuízos variam de 6 a 8 bilhões de dólares por ano, enquanto no Brasil ainda não há estimativa razoável dos danos provocados pela seca, sabe-se apenas que é um fenômeno climático que afeta drasticamente uma região, além de provocar graves danos econômicos e sociais. 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. Em geral, as secas são caracterizadas em função dos fatores naturais, tais como o clima da região, as distribuições espacial e temporal das chuvas, a capacidade de armazenamento de água pelo solo, as flutuações dos lençóis freáticos subterrâneos e a quantidade de água armazenada à superfície.

Aproximadamente 80% da área do Estado da Paraíba estão inseridas no semi-árido nordestino, dentre dessa grande área situa-se o Sertão da Paraíba, microrregião muito afetada pela variação dos parâmetros climatológicos, causada pela influência de fenômenos de larga escala, dentre eles o El Niño.

Vários índices têm sido desenvolvidos objetivando quantificar os aspectos climatológicos das secas, os quais objetivam medir o quanto à precipitação, para um dado período de tempo, tem se desviado da normal climatológica. Embora nenhum dos principais índices seja inerentemente superior aos demais para todas as circunstâncias, alguns índices são melhor ajustáveis do que outros para certos usos. Por exemplo, o Índice de Severidade de Seca de Palmer (ISSP), amplamente utilizado pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos da América para determinar quando financiar a assistência de emergência à seca é melhor quando aplicado para grandes áreas com topografia uniforme. Os índices de seca variam de acordo com o grau de complexidade. Os mais simples são apenas desvios da precipitação em relação à sua média climatológica, enquanto os mais complexos, como Índice de Seca de Palmer, incorporam as condições de umidade do solo.

A presente pesquisa objetivou aplicar o Índice de Severidade de Seca de Palmer e da umidade do solo para as localidades de João Pessoa e Patos, representativas das microrregiões climatologicamente homogêneas do Litoral, e Sertão do Estado da Paraíba.

2. Material e Métodos

Foram utilizadas séries temporais mensais de dados de precipitação pluvial, evapotranspiração potencial e temperatura do ar de 1962 a 1996 e 1951 a 1994 das localidades de João Pessoa e Patos, cujas Coordenadas Geográficas são: (-7.15° s -34.88° w 5 m) e (-7.02° s -37.28° w 250 m) respectivamente..

Foram adquiridas junto ao banco de dados do Departamento de Ciências Atmosféricas da UFCG, as séries temporais de precipitação das localidades tratadas na pesquisas.

A temperatura mensal do ar (média, mínima e máxima) das localidades de estudo foi obtida através do software Estima “T” do Departamento de Ciências Atmosféricas da UFCG, em função da latitude ϕ , longitude λ e elevação h da localidade, dos coeficiente de regressão a_0, \dots, a_9 , e das Anomalias de Temperatura da Superfície do Mar (ATSM) do oceano Atlântico Cavalcanti & Silva (1994):

$$T_{ij} = a_0 + a_1\lambda + a_2\phi + a_3h + a_4\lambda^2 + a_5\phi^2 + a_6h^2 + a_7\lambda\phi + a_8\lambda h + a_9\phi h + ASST_{ij} \quad (1)$$

A evapotranspiração potencial das localidades de estudo foram obtidas pelo método de Hargreaves & Samani (1985). Gerou-se em seguida um software na linguagem de

programação Visual Basic para calcular: os componentes mensais do balanço hídrico de Palmer, seus valores médios mensais, os coeficientes adimensionais, os parâmetros climáticos e o ISSP das localidades de estudo. Apresentam-se à abaixo as principais equações utilizadas na modelagem do ISSP.

A precipitação climatológica é expressa por:

$$P_i = ET + R + O - L \quad (2)$$

Em que: ET - evapotranspiração média, mm; R - recarga média, mm; RO - escoamento superficial médio, mm e L - perda média de água do solo, mm.

A deficiência ou excesso hídrico foi calculado pela seguinte equação:

$$d = P - P_i \quad (3)$$

Em que: d - deficiência hídrica (-) ou excesso (+), mm; P - precipitação do mês considerado, mm; P_i - precipitação calculada para o referido mês, mm.

O fator de ponderação regional (K) proposto por Palmer (1965), e adaptado às condições climáticas do Estado da Paraíba, foi obtido da equação (4):

$$K = 21,87 \left(\frac{K'}{\sum_{i=1}^{12} (D_m \cdot K')_i} \right) \quad (4) \text{ onde: } K' = 1,5 \cdot \log_{10} \left[\left(\frac{\overline{PE} + \overline{R} + \overline{RO}}{\overline{P} + \overline{L}} + 2,80 \right) / \overline{D} + 0,50 \right] \quad (5)$$

Em que: \overline{D} é o valor médio absoluto das deficiências hídricas (-) ou excessos (+). Os demais termos já foram apresentados anteriormente. O índice de anomalia de umidade (Z), proposto por Palmer (1965), foi obtido por:

$$Z = dk \quad (6)$$

Após calcular o índice “Z” para determinado mês (i), o Índice de Severidade de Seca de Palmer (ISSP) foi calculado pela seguinte equação:

$$ISSP_i = ISSP_{i-1} + Z_i / 3 - 0,103SSP_{i-1} \quad (7)$$

O qual caracteriza o estado seco ou úmido de acordo com a Tabela 1.

Tabela 1. Classificação das condições secas e úmidas da região.

| Índice (ISSP) | Classificação |
|----------------------|----------------------------|
| ≥ 4,00 | Extremamente úmido |
| 3,00 a 3,99 | Muito úmido |
| 2,00 a 2,99 | Moderadamente úmido |
| 1,00 a 1,99 | Ligeiramente úmido |

| | |
|---------------|------------------------|
| 0,99 a -0,99 | Aproximadamente normal |
| -1,00 a -1,99 | Ligeiramente seco |
| -2,00 a -2,99 | Seca moderada |
| -3,00 a -3,99 | Seca severa |
| ≤ -4,00 | Seca extrema |

Fonte: Palmer (1965).

3. Resultados e Discussões

As Figuras abaixo referem-se à análise comportamental do ISSP, para se verificar a coerência dos valores obtidos, em relação ao comportamento climático de cada localidade estudada.

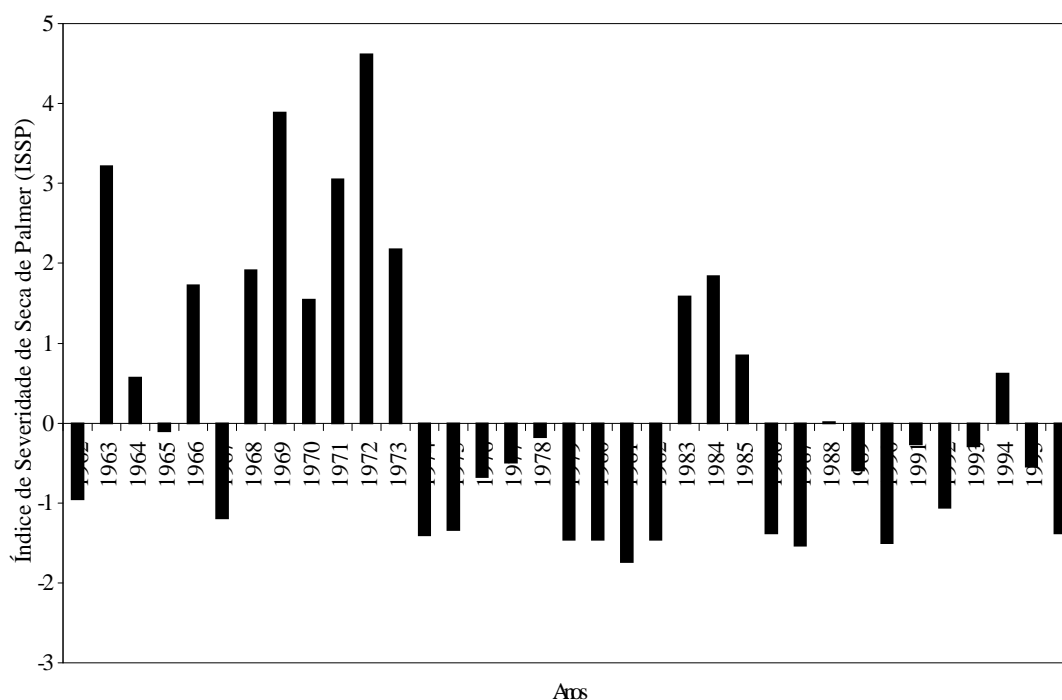


Figura 1 – Comportamento médio anual do índice de severidade de seca de Palmer de 1962 a 1996 para a localidade de João Pessoa no Litoral da Paraíba.

O ISSP em João Pessoa oscilou de valores extremamente úmidos como nos anos de 1969, e 1972, a valores ligeiramente secos, 1967, 1974, 1975, onde se inclui o período de 1979 a 1982, e os anos de 1986, 1987, 1990, 1992 e 1996. Nessa localidade houve equiparação entre anos ligeiramente secos, totalizando doze, e anos normais. Dentre os anos chuvosos destacam-se ainda 1963, 1971 e 1973, onde prevaleceu a condição muito úmida. Dentre os anos classificados como normais observaram-se: 1964 e 1965, 1976, 1977 e 1978, 1985, 1988 e 1989, 1991, 1993, 1994 e 1995, e os anos classificados como ligeiramente úmidos correspondem ao triênio de 1983 a 1985.

Assim, na análise do comportamento médio anual do ISSP para João Pessoa não se identificou a ocorrência de seca em nenhum nível de severidade.

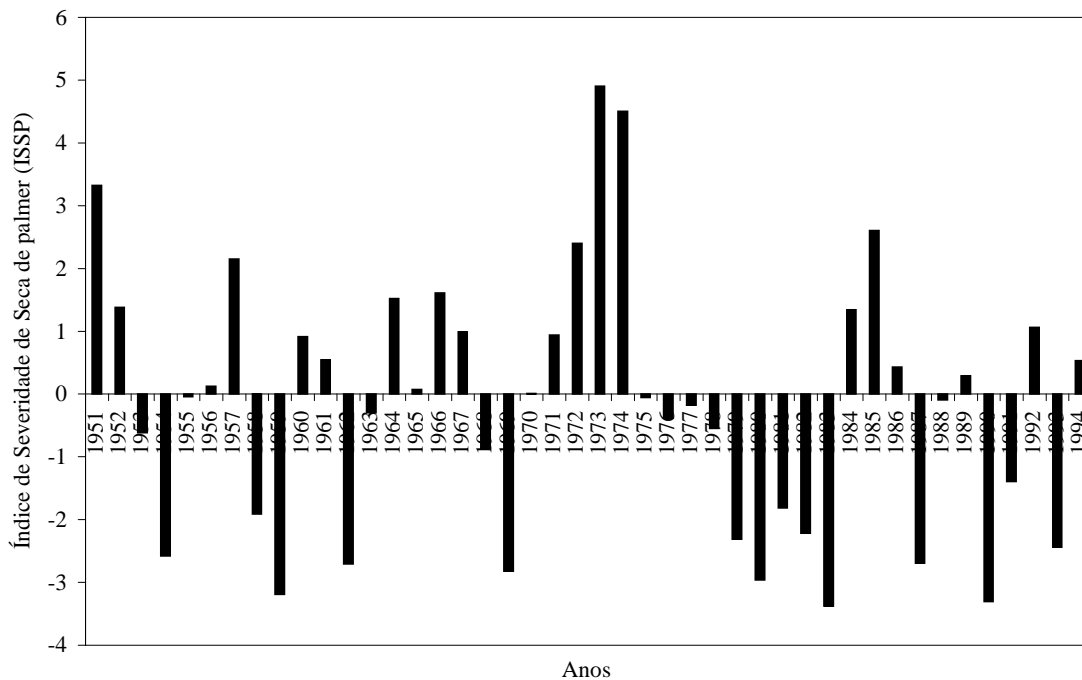


Figura 2 – Comportamento médio anual do índice de severidade de seca de Palmer de 1951 a 1994 para a localidade de Patos no Sertão da Paraíba.

No período de 1951 a 1971, observa-se que o ISSP apresenta grande alternância, ou seja, um ano muito úmido 1951, anos de seca moderada como 1954, 1962 e 1969, e um ano de seca severa 1959. Nesse intervalo houve predominância de anos normais, sendo eles: 1953, 1955, 1956, 1960, 1961, 1963, 1965, 1967, 1968, 1970 e 1971.

De 1972 a 1978, o ISSP não caracterizou a ocorrência de seca em Patos. Verifica-se uma seqüência de anos chuvosos de 1972 a 1974, com o ISSP variando de moderadamente úmido 1972, a extremamente úmido 1973 e 1974. De 1975 a 1979 predominaram as condições de normalidade na referida localidade. Entre 1979 e 1983, o ISSP variou entre condições de seca moderada (1979) a seca severa (1983), segundo a classificação de Palmer, estando de acordo com a variação da precipitação pluviométrica observada nesses anos, a qual esteve abaixo da normal climatológica em toda a região Nordeste. Esse resultado está, também compatível com a seqüência de eventos de El Niño observada nesse mesmo período, sendo 1983 classificado como ano de EL Niño forte (Sousa, 1992). No período de 1984 a 1986, ocorreram chuvas acima da média histórica na grande maioria das localidades do Nordeste brasileiro, o que caracterizou a ocorrência de eventos de La Niña forte (1985) na referida região (Sousa, 1992). Os valores obtidos do ISSP nesses três anos oscilaram entre ligeiramente úmido (1984), normal (1986) e moderadamente úmido (1985) na localidade de estudo.

De 1987 a 1994, o ISSP alternou entre as condições de seca severa, 1990, e anos normais 1988, 1989, 1992 e 1994, observou-se ainda a ocorrência de seca moderada nos anos de 1987 e 1993 e um ano ligeiramente seco 1991, o que também é coerente com a ocorrência de eventos de El – Niño, moderado, 1987, e forte 1993, (Sousa, 1992).

Do exposto acima, pode afirmar que o ISSP apresenta grande variabilidade média anual, caracterizando a irregularidade da estação chuvosa local, sendo negativo na maioria dos anos da série temporal, com predominância de seca moderada. O software também gerou os valores do ISSP obtidos por Palmer (1965) para o Estado de Iowa nos Estados Unidos da América, sendo em seguida adaptado as condições climáticas do Estado da Paraíba, gerando os resultados apresentados nesta pesquisa.

4. Conclusões

O programa computacional criado para calcular o Índice de Severidade de Seca de Palmer (ISSP), pode ser utilizado no cálculo do ISSP de qualquer localidade, desde que sejam feitos os devidos ajustes regionais do modelo. Para o Litoral e Sertão do Estado da Paraíba, o ISSP apresentou-se coerente com o comportamento climático destas microrregiões representadas pelas localidades de João Pessoa e Patos.

Os resultados obtidos nesta pesquisa se mostraram coerentes com os obtidos por Barra *et. al* 2002 para o Estado do Ceará, e podem ser utilizados para prevê a ocorrência de secas nas localidades estudadas, já que o ISSP também pode ser utilizado na modelagem climática.

Esse estudo representa a primeira tentativa de se modelar o ISSP para o Estado da Paraíba

5. Referências

- BARRA, T.S.; Costa, J.M.N.; Ramana Rao, T.V.; Sediya, G.C.; Ferreira, W.P.M. Dantas Neto, F.S. Caracterização climatológica da severidade de secas do Estado do Ceará – Brasil. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.6, n.2, p.266-272, 2002.
- CAVALCANTI, E.P.; Silva, E.D.V. Estimativa da temperatura do ar em função das coordenadas locais. In: *XII Congresso Brasileiro de Meteorologia e II Congresso Latino-Americano de Ibérico de Meteorologia*, Anais: Sociedade Brasileira de Meteorologia, v1, 154-157, 1994.
- HARGREAVES, G.H.; Samani, Z.A. Reference crop evapotranspiration from temperature. *Applied Engineering in Agriculture*, v.1, n.2, p.96-99, 1985.
- PALMER, W. C. Meteorological Drought. Research Paper No. 45, U.S. Department of Commerce Weather Bureau, Washington, D.C., 65p., 1965.
- SOUSA, F.A.S. *Nota de Aulas*, 1992.