ARTIGO ORIGINAL

ALMEIDA, Hermes Alves de ^[1], MARQUES, Maysa Porto Farias ^[2]

ALMEIDA, Hermes Alves de. MARQUES, Maysa Porto Farias. Análises Comparativas De Índices De Seca Meteorológica Para O Polo De Petrolina, PE, E Juazeiro, BA. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 06, Ed. 04, Vol. 06, pp. 81-98. Abril de 2021. ISSN: 2448-0959, Link de acesso: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/geografia/seca-meteorologica>, DOI: 10.32749/nucleodoconhecimento.com.br/geografia/seca-meteorologica

Contents

- RESUMO
- INTRODUÇÃO
- MATERIAL E MÉTODOS
- RESULTADOS E DISCUSSÕES
- CONCLUSÕES
- REFERÊNCIAS

RESUMO

As estiagens e as seca são fenômenos naturais que afetam, drasticamente, a ambiência e as atividades agropecuárias e econômicas. No nordeste brasileiro, especificamente, no semiárido, a ocorrência de um ou do outro tem afetado, diretamente, o abastecimento de água para consumo humano e dessedentação animal e as atividades produtivas, cuja causa principal é a irregularidade no regime de chuvas. Para monitorar a ocorrência de seca meteorológica, no recorte geográfico da Região Administrativa Integrada de Desenvolvimento do Polo de Petrolina, PE, e Juazeiro, BA, utilizaram-se os índices de monitoramento de seca meteorológica: Porcentagem Normal (IPN), de Anomalia de Chuva (IAC), de chuva de Lang (ICL) e o padronizado de precipitação modificado (SPIM), sendo as determinações e comparações os objetivos principais. Para realização deste trabalho, utilizou-se as séries de mensais de precipitação pluvial, extraídos diretamente do site da

Embrapa semiárido, correspondente o período de 01.01.1975 a 31.12.2018. Utilizando-se os critérios da estatística descritiva e climatologia foram estabelecidos os regimes pluviais-mensais, sazonais, anuais e decadais- e em seguida calculados os respectivos índices de seca meteorológica e comparados entre si. Os principais resultados indicaram que o regime de chuvas é irregular, assimétrico e a curta estação chuvosa, em ambas as localidades ocorrem, predominantemente, no verão e início do outono (dez-mar), e chove o equivalente a 86,0 % do total anual, em Petrolina, e 91,0 %, em Juazeiro. A década mais seca foi a de 1990, embora a mais chuvosa em Petrolina tenha ocorrido na de 1980 e a de Juazeiro, em 2000. As oscilações nas médias da precipitação pluvial, nas três últimas décadas, estão dentro do intervalo de dispersão da média (média $\pm$ o desvio padrão) e, portanto, não há indícios de mudança no regime pluvial. Contatou-se que há sequências de meses e anos com anomalias negativas nas décadas estudadas. Os índices de secas meteorológica permitem enquadrar as categorias/tipos de secas, embora as nomenclaturas sejam específicas do método. O índice de seca de Lang, não expressa adequadamente às condições do regime pluvial e/ou à categoria da seca.

Palavras-chave: chuva, variabilidade da chuva, seca, índice de severidade de seca.

INTRODUÇÃO

Nas discussões sobre o semiárido nordestino, relaciona-se à seca, a miséria e o subdesenvolvimento. A precipitação pluvial é, sem dúvida, o elemento do clima de maior variabilidade espacial e temporal numa determinada região, especialmente, no semiárido (ALMEIDA, 2012).

Neste contexto, a irregularidade no regime de chuvas é uma característica que predomina nas regiões áridas e semiáridas do mundo, com frequências maiores de estiagens e/ou de secas, condições essas que reduzem a disponibilidade de água até para consumo humano e dessedentação animal.

O recorte geográfico do polo de fruticultura irrigada do Vale do São Francisco, especificamente, o de Petrolina, PE, e Juazeiro, BA, por fazer parte do semiárido nordestino, tem regimes pluviais irregulares e, portanto, variabilidades sazonais semelhantes às de

outros locais da Paraíba, com curta e irregular estação chuvosa, em quantidade, distribuição e duração (ALMEIDA E CABRAL JÚNIOR, 2014).

É importante destacar que, em regiões com clima do tipo semiárido, até a estação chuvosa, tem chance de ser seca ou sem chuvas significativas, ou coincidir, com um período de chuvas irregulares tanto em quantidade quanto em distribuição (ALMEIDA E FARIAS, 2015).

Diante disto, destaca-se que a irregularidade no modelo de distribuição da chuva no semiárido nordestino tem sido um dos fatores que limita o desenvolvimento da produção agrícola de sequeiro. No curto período chuvoso, há incerteza em se plantar e colher, enquanto na longa estação seca, não há como cultivar e nem manter pastos e/ou forragens para o exercício da pecuária.

A vulnerabilidade na região semiárida nordestina tem sido atribuída às secas, embora não seja a causa única e/ou exclusiva da pobreza regional. No entanto, a convivência com a seca necessita, primeiramente, de tecnologias que garantam o acesso à água para consumo humano, dessedentação animal e a pequena produção agropecuária (ALMEIDA E RAMOS, 2020).

A seca é um fenômeno natural e tem propriedades bem características e distintas que a diferencia de outros tipos de catástrofes naturais, provocando grandes problemas sociais, ambientais e econômicos. De acordo com Mckee et al., (1993) não existe uma definição universal para seca.

A consequência de uma seca é a tragédia ambiental, social e econômico. A duração e a intensidade agravam-se em função do tempo de duração, cujos efeitos podem reduzir a produção, as atividades da agropecuária e a falta de água, até mesmo, para consumo humano e dessedentação animal (COSTA, 2013).

As estiagens ou as secas afetam um grande número de setores da sociedade, o ambiental, o socioeconômico e até abastecimento de água. As magnitudes de cada um desses efeitos não são necessariamente os mesmos e, portanto, dificultam a escolha de uma única definição para o referido fenômeno (HEIM JUNIOR, 2002).

Diante dessa incerteza, conceituar seca exige, principalmente, adequar o tema de

abordagem seja ele relacionado à precipitação, agricultura, hidrologia e a socioeconômica, caracterizando-se, portanto, em quatro tipos de secas: meteorológica, agrícola, hidrológica e socioeconômica (WILHITE, 1999).

Em síntese e de acordo com Wilhite (2003), a seca meteorológica é caracterizada pelo déficit da precipitação em relação à média; a hidrológica, pela redução dos níveis de água em reservatórios superficiais e subterrâneos; a agrícola pela disponibilidade de água no solo, para o crescimento e desenvolvimento das plantas, e a socioeconômica é aquela relacionada aos impactos das secas (meteorológica, hidrológica e agrícola) sobre as atividades humanas.

Quando a diferença entre o valor da chuva observada e o esperado for negativa há indícios de uma seca do tipo meteorológica, cuja duração temporal vai afetando o meio ambiente, a agricultura, o abastecimento de água e os demais seguimentos socioeconômicos. Assim sendo, monitorar seca e/ou períodos seco e úmido pode ser feito, utilizando-se índices de seca meteorológica.

Como há diferentes concepções de seca, o seu monitoramento não deve ser feito utilizando-se apenas um índice. Assim sendo, foram estabelecidas e comparadas às diferentes categorias de descrição de secas meteorológicas, utilizando-se os seguintes índices: da Porcentagem Normal (IPN), de Anomalia de Chuva (IAC), de chuva de Lang (ICL) e o padronizado de precipitação modificado (SPIM), para a Região Administrativa Integrada de Desenvolvimento do Polo de Petrolina, PE, e Juazeiro, BA, sendo essas determinações os objetivos principais.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na Região Administrativa Integrada de Desenvolvimento, nas localidades de Petrolina, PE (latitude 09° 09' S, longitude 40° 22'W e altitude de 376 m) e Juazeiro, BA (latitude 09° 24' S, longitude 40° 26'W e altitude de 371 m), consideradas cidades polo de desenvolvimento tecnológico da fruticultura irrigada.

Para a efetivação deste estudo foram utilizadas séries mensais e anuais de precipitação pluvial e temperatura do ar das localidades de Petrolina, PE, e Juazeiro, BA, correspondentes ao período de 01.01.1975 a 31.12.2018, extraídas diretamente do banco de dados da

Embrapa semiárido, disponibilizado no site da Embrapa semiárido (<http://www.cpatsa.embrapa.br>).

Os dados mensais e anuais de precipitação pluvial e temperatura do ar foram agrupados, utilizando-se os critérios da estatística descritiva e 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).

De posse dessa análise preliminar foi estabelecido à estação chuvosa, como sendo a sequência de meses com os maiores valores da mediana, para cada localidade, os anos mais chuvosos (maior total anual) e o mais secos (menor total anual). Na análise gráfica, constatou-se que o modelo de distribuição de chuvas é assimétrico e, por isso, adotou-se o critério proposto por Almeida e Farias (2015), adotando-se a mediana, em vez da média.

As oscilações dos valores da precipitação pluvial observados na estação chuvosa, anual e/ou por décadas, foram comparando-se os respectivos valores da média da série $\pm$ o desvio padrão (DP). Maiores detalhes desse procedimento metodológico encontram-se no artigo de Almeida e Cabral Júnior (2013).

Para determinar os índices de seca meteorológica, das duas localidades, foram utilizadas quatro índices quantificadores: 1) de Porcentagem Normal (IPN), 2) de Anomalia de Chuva (IAC), 3) de chuva de Lang (ICL) e 4) Padronizado de Precipitação Modificado (SPIM), cujas equações e critérios serão descritos a seguir:

a. Índice de porcentagem normal (IPN) foi determinado conforme metodologia proposta por Sayari et al. (2013) mediante a expressão:

$$IPN = \frac{P_{atual}}{P_{média}} \times 100$$

b.

2. b) Índice de Anomalia de Chuva (IAC) foi determinado mediante a fórmula adotada por Rooy (1965), com adaptações feitas para as anomalias positiva e negativa. As contabilidades do IAC foram feitos, seguindo-se os procedimentos metodológicos propostos por Almeida (2017), que consiste, primeiramente, em ordenar as anomalias positiva e negativa e em seguida efetivas os cálculos pelas equações 1 e 2:

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

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

- c. o Índice de chuva de Lang (ICL) relaciona a precipitação pluvial com a temperatura é o Índice expresso na equação:

$$ICL = \frac{P}{T}$$

- d. 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 e Silva (2008), substituindo a média pela mediana, de acordo com a seguinte expressão:

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

Sendo: P (atual) = precipitação atual (mm);

P (média)= precipitação média (mm).

P = precipitação mensal ou anual (mm)

T = temperatura média anual (° C)

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)

$\bar{X}$

= média dos dez menores valores de precipitações da série histórica (mm)

Med = mediana mensal ou anual da chuva, em mm

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

As categorias de umidade ou de secas foram estabelecidas a partir dos valores do SPIM estabelecidas por Almeida e Silva (2008) e as demais são mostradas nas Tabelas 1 e 2.

Tabela 1. Categorias de umidade e/ou de seca enquadradas mediante os índices da porcentagem normal (IPN) e de chuva de Lang (ICL).

IPN	Classificação	ICL	Classificação
IPN > 90,0 %	Normal	ICL > 160	Úmido
70 % < IPN < 89,9 %	Seca suave	100 < ICL < 160	Úmido Temperado
50 % < IPN < 69,9 %	Seca moderada	60 < ICL < 100	Temperado quente
30 % < IPN < 49,9 %	Seca severa	40 < ICL < 60	Semiárido
IPN < 30%	Seca extrema	0 = < ICL < 40	Árido

Fonte: Fernandes et al., 2009

Tabela 2. Categorias de umidade e/ou de seca enquadradas mediante os índices de anomalia de chuva (IAC) e de chuva de aridez de Martone (IAM).

IAC	Classificação	SPIM	Classificação
IAC ≥ 4,0	Extremamente úmido	SPIM ≥ 2,00	Extremamente úmido
2,0 ≤ IAC < 4,0	Muito Úmido	1,50 < SPIM < 1,99	Muito úmido
0,0 ≤ IAC < 2,0	Úmido	1,00 < SPIM < 1,49	Moderadamente úmido
-2,0 ≤ IAC < 0,0	Seco	0,99 < SPIM < -0,99	Próximo ao normal
-4,0 ≤ IAC < -2,0	Muito seco	-1,00 < SPIM < -1,49	Moderadamente Seco
IAC ≤ -4,0	Extremamente seco	-1,50 < SPIM < -1,99	Muito Seco
		SPIM ≤ -2,0	Extremamente seco

Fonte: IAC (ROOY, 1965) e SPIM (MCKEE et al., 1993), modificado por Almeida e Silva (2008).

Os cálculos para estabelecer os regimes pluviais e os índices de monitoramento de secas, para cada método, as análises estatísticas, elaboração de gráficos e Tabelas foram feitas utilizando-se a planilha eletrônica Excel.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Estabelecer as principais características dos regimes pluviais, para cada localidade, é condição sine qua non e o primeiro passo se estudar a variabilidade do Tempo e do Clima, ou seja, a climatologia do elemento chuva. Para isto, requer as determinações das medidas de tendência central (média e mediana) e de dispersão (desvios padrão), cujos indicadores, para as localidades de Petrolina e Juazeiro, são mostrados, respectivamente, nas Figuras 1 e 2.

Figura 1. Médias mensais das médias, medianas e desvio padrão da precipitação pluvial. Petrolina, PE, médias do período: 1975/2018.

Fonte: os autores

Figura 2. Médias mensais das médias, medianas e desvio padrão da precipitação pluvial. Juazeiro, BA, médias do período: 1975/2013.

Fonte: os autores

Observa-se (Figuras 1 e 2) que, as médias aritméticas mensais estão sempre associadas a uma elevada dispersão, contabilizadas mediante a relação com os respectivos desvios padrão da média (DP). Numa simples visualização, nota-se que, as médias mensais das médias são superiores as da mediana, ou seja, os modelos de distribuição de chuvas são assimétricos e o coeficiente de assimetria de Person é positivo.

Essa assimetria temporal indica que não se deve usar a média, por não ser o valor mais provável de ocorrer, nessa condição. Por isso, recomenda-se o uso da mediana, em vez da média, concordando-se com as indicações feitas para outras localidades nordestinas por Almeida e Farias (2015) e Almeida (2017).

Outra característica importante do regime pluvial, dessas duas localidades, é visivelmente comprovada, comparando-se os valores das médias com os DPs. Os confrontos mensais revelam que de maio a janeiro, em Petrolina ou em Juazeiro, os valores das dispersões são superiores aos das médias esperadas. Isso demonstra, portanto, que o modelo de chuva é extremamente irregular, ou seja, há chances de não chover nesse longo período.

Ao se comparar uma localidade com a outra (Figura 1 com a Figura 2), constata-se que não há praticamente diferenças visíveis no modelo de distribuição mensal de chuvas, com

semelhanças na assimetria e na irregularidade, tanto em quantidade quanto em distribuição ao longo do ano.

Observa-se (Figuras 1 e 2) que o modelo mensal de precipitação é assimétrico e, por isso, a estação chuvosa é representada pela mediana e o período equivalente é o de janeiro a março, com a pré e pós estação, ocorrendo, respectivamente, entre novembro e dezembro e em abril. Contabilizando-se o acumulado, nesse período, chove 69,7 %, do esperado no ano, em Petrolina, contra 75,4 % para Juazeiro.

Destaca-se, ainda, que mesmo sendo locais muito próximos (menos de 20 km em linha reta entre as duas estações meteorológicas), verifica-se, que os valores quantitativos da chuva e as distribuições mensais ou na estação chuvosa, diferem entre si.

Se os modelos mensais de distribuições de chuva são assimétricos e irregulares, procurou-se analisar se essas características têm indicação de variabilidade climática, desse elemento, ou de mudanças climáticas.

Em virtude do grande volume de dados mensais e anuais, para analisar se há ou não indicação de mudança climática. Como a descrição de clima é feita pela média da série $\pm$ o desvio padrão, a escolha foi agrupar em três décadas, cujos histogramas são apresentados nas Figuras 3 e 4.

Figura 3. Médias anuais por décadas da precipitação pluvial em relação à média $\pm$ desvio padrão de Petrolina, PE, médias do período: 1975/2018.

Fonte: os autores

Figura 4. Médias anuais por décadas da precipitação pluvial em relação à média $\pm$ desvio padrão de Juazeiro, BA, médias do período: 1975/2018.

Fonte: os autores

Para uma melhor compreensão se as oscilações no regime pluvial, na escala decadal, são indicativas de variabilidade natural ou mudanças climáticas, torna-se necessário entender que o clima, por definição, é a média climatológica $\pm$ o desvio padrão. Destaca-se, ainda, que a média climatológica é o sequenciamento ininterrupto do Tempo por 30 anos ou mais.

Comparando-se as médias de cada década, com a média climatológica $\pm$ desvio padrão (Figuras 3 e 4), constata-se que em nenhuma das décadas, os totais médios de chuvas observados foram superiores ao valor da média climatológica + o do desvio padrão. Isso demonstra, portanto, que as variações observadas nos dados pluviais, por décadas, se enquadram com sendo variabilidade natural do elemento chuva e não mudança. Esse critério de enquadramento concorda com Almeida e Cabral Júnior (2014), para as microrregiões geográficas do estado da Paraíba.

O déficit entre a precipitação pluvial observada e a esperada e/ou entre a precipitação e a evapotranspiração ou a combinação entre si são operações algébrica, resultam nos índices de secas meteorológica. Para investigar o fenômeno da seca nas escalas espacial e temporal foram utilizados quatro índices meteorológicos: da Porcentagem Normal (IPN), de Anomalia de Chuva (IAC), de chuva de Lang (ICL) e Padronizado de Precipitação Modificado (SPIM).

As frequências relativas dos índices de porcentagem normal (IPN), para cada uma das respectivas categorias de secas, para as citadas localidades, são apresentadas na Figura 5.

Figura 5. Frequência relativa do índice de porcentagem normal (IPN), para as respectivas categorias de secas, para Petrolina, PE, e Juazeiro, BA.

Fonte: os autores

Observa-se que a categoria normal, por esse índice, predominou para o período estudado, com frequência de 61,5 %, para ambas os locais. Para as demais categorias de secas, verifica-se (Figura 5) que existem diferenças entre si. Comparando-se os índices de Petrolina com os de Juazeiro, a frequência da categoria do tipo suave foi de 17,9 contra 7,7 % dos anos, respectivamente. Seguindo-se o mesmo seqüenciamento, a seca do tipo moderada, os percentuais foram de 15,4 e 20,5 %, a moderada de 2,6 e 7,7 % e a severa e 2,6 % (ambas).

A categoria seca suave, estabelecida pelo método do IPN, se aproxima ao tipo normal. Esse argumento concorda, em parte, com o de Souza et al., (2005), ao classificar como “normal”, porque as oscilações foram dentro do intervalo do desvio padrão da série.

Os valores diferentes das frequências relativas por categorias de seca (Figura 5) demonstram que nem sempre a magnitude e a duração da seca que ocorrem em Petrolina são semelhantes às de Juazeiro. Obviamente, se a magnitude e o efeito de uma seca não são os mesmos, a percepção de seca não é única, o que concorda com Mckee et al., (1993).

Utilizando-se o mesmo conjunto de dados de chuvas e relacionando-se com a temperatura do ar, tem-se o índice de chuva de Lang (ICL). As nomenclaturas das categorias de seca são

diferentes das descrições do índice de porcentagem normal, como também, dos outros índices de seca meteorologia.

Os percentuais de frequências relativas dos índices de seca meteorológica estabelecido por Lang (ICL), por categorias, são apresentados na Figura 6.

Figura 6. Frequência relativa do Índice de chuva de Lang (ICL), para as respectivas categorias de secas, para Petrolina, PE, e Juazeiro, BA.

Fonte: os autores

Visualiza-se, a predominância da categoria árido, em quase a totalidades dos anos analisados e em ambas as localidades. Essa descrição se quer existir no método do IPN e, por isso, não há como comparar a categoria de um método com a de outro.

Esses dois métodos são os mais simples do elenco de índices de seca meteorológica, embora envolva na equação empírica a razão entre a precipitação pluvial e a temperatura média do ar. A nomenclatura da categoria semiárido, por exemplo, coincidiu com 2,6 % dos anos como sendo os mais secos de cada localidade.

A categoria de seca temperada quente, que antecede a de semiárido, pela metodologia de Lang, descrita pela Embrapa (2009), só ocorre se houver uma precipitação três vezes maior que a média esperada e temperatura média anual de 26,1 °C

Os períodos úmidos e secos podem ser classificados por meio de índices de seca meteorológica, que é a base para os outros tipos de seca. As diferenças entre os valores de chuvas observados e a mediana esperada, resultam numa “anomalia”, que pode ser positiva ou negativa, denominada de índice de anomalia de chuva (IAC).

As anomalias anuais da chuva (IAC), identificados, por anomalias positiva, ou seja, anos úmidos ou chuvosos, retângulos na cor azul, e negativa, para os anos secos (vermelhos), correspondentes, as localidades de Petrolina e Juazeiro, são apresentadas, respectivamente, nas Figuras 8 e 9.

Figura 8. Valores dos índices de anomalia de chuva (IAC), para as respectivas classes de intensidade de categorias de seca meteorológica, para Petrolina, PE

Fonte: os autores

Figura 9. Valores dos índices de anomalia de chuva (IAC), para as respectivas classes de

intensidade de categorias de seca meteorológica, para Juazeiro, BA.

Fonte: os autores

Contabilizando-se os retângulos azuis, contata-se que em 46,2 % dos anos em Petrolina, choveram acima do esperado e em 53,8 %, abaixo do esperado. A depender da magnitude da diferença no IAC, tem-se a categoria da seca. Exemplificando-se as duas categorias de seca úmida e seca (Figura 8), verifica-se que a primeira ocorreu em 28,2 % dos anos e a segunda, em 30,8 %.

Fazendo-se as mesmas analogias para a localidade de Juazeiro, observa-se (Figura 9) que os percentuais de anomalias negativas e positivas, foram, respectivamente, de 56,4 % e 43,6 % dos anos estudados. Agrupando-se as sequências dos IACc, verifica-se que um conjunto de cinco pares de anos (1981-82; 86-87; 90- 91; 93-94 e 98-1999), as anomalias foram negativas, contra duas, com três anos seguidos (2001-03 e 2011-13) com IAC positivo.

Comparando-se os índices de seca meteorológica, pela metodologia do IAC, de Petrolina (Figura 8) com os de Juazeiro (Figura 9), verifica-se que a frequência de secas em Juazeiro é um pouco maior que em Petrolina tanto na forma temporal quanto sequencial (anos seguidos).

Destaca-se, ainda, que, para a condição extrema, ou seja, o ano mais chuvoso (1985) e/ou o mais seco (1993 ou 2012), que equivalem às anomalias (positiva e negativa), para ambas as localidades, os valores numéricos do IAC correspondem, respectivamente, ao máximo e mínimo, embora eles não sejam iguais entre si.

Comparando-se esses resultados com os encontrados por Farias, Vieira e Almeida (2013), para identificar os anos mais secos e/ou mais chuvoso para algumas localidades da microrregião do Cariri Oriental paraibano, há certa semelhança do ponto de vista do quantitativo de anos enquadrados como sendo extremamente secos e extremamente chuvosos.

Os resultados encontrados com o uso dos índices de anomalia de chuva, para a referida microrregião do médio São Francisco, se mostraram uma “ferramenta” eficaz para monitorar a variabilidade da chuva e/ou o fenômeno da seca e, portanto, corroboram com as afirmações encontradas por Da Silva (2009).

Muito embora a causa primária da seca resida na insuficiência ou na irregularidade da chuva, existem outras causas e efeitos que resultam em vários e diferentes tipos de secas. Todavia não se pode afirmar que o ano mais seco, do ponto de vista hidrológico, seja o mesmo de uma seca agrícola ou vice-versa, porque a seca resulta de um conjunto de variáveis, dentre elas, os escoamentos superficial e subterrâneo e o armazenamento de água.

O índice padronizado de precipitação é um dos mais utilizado para diagnosticar o fenômeno da seca. As frequências relativas, em %, para as respectivas sete categorias de secas, para Petrolina e Juazeiro, são mostradas na Figura 10.

Figura 10. Frequência relativa do índice padronizado de precipitação modificado (SPIM), para as respectivas categorias de secas, para Petrolina, PE, e Juazeiro, BA.

Fonte: os autores

Observa-se (Figura 10) que a categoria predominante enquadrada como próximo ao normal, teve um percentual de repetição de 74,4 % dos anos analisados para Petrolina e de 61,5 % dos de Juazeiro. Nota-se que para esse índice (SPIM) houve registro de frequência para todos os anos estudados, exceto Juazeiro para a classe extremamente seca.

Como já relatada anteriormente, o ano mais chuvoso, em ambas as localidades, foi 1985, com 1023,5 mm, em Petrolina, e 997,8 mm, em Juazeiro. Contudo, quando se compara o valor do índice padronizado de precipitação modificado de Petrolina, no ano de 1993, com o de Juazeiro, em 2012, que choveram 187,8 e 243,3 mm, respectivamente, os SPIMs foram de -1,66 e -1,17, ou seja, o índice não é um indicativo linear e, conseqüentemente, depende muito da dispersão da série (desvio padrão).

Isso indica que para um mesmo valor de chuva, a categoria de seca de um local pode não ser a mesma. Embora Juazeiro chova menos que Petrolina, pelo critério do SPIM houvera dois anos enquadrados como sendo extremamente úmido contra um da cidade pernambucana.

No entanto os índices de Anomalia de Chuva (IAC) e o Padronizado de Precipitação Modificado (SPIM) foram os índices que representaram melhor as características do regime pluvial das localidades analisadas, coincidindo entre si as classificações das categorias dos

anos secos e úmidos, porém com nomenclaturas diferentes, devido às nomenclaturas de cada metodologia.

Como não existe uma definição universal para a seca, não há, também, nenhum método cuja descrição da categoria de seca seja a mesma. A nomenclatura das categorias de seca meteorológica difere de método para método, o que de certa maneira justifica a percepção diferenciada da seca.

CONCLUSÕES

Os regimes pluviais de Petrolina, PE, e Juazeiro, BA, são extremamente irregulares, assimétricos e a mediana é a medida de tendência central recomendada. A estação chuvosa, para ambas as localidades, é variável em quantidade, distribuição e duração, concentrando-se de janeiro a março e chove mais de 86,0 % do total anual;

A variabilidade da média da precipitação pluvial, nas últimas três décadas, está dentro do intervalo de dispersão da média e, portanto, não há indícios de mudança no regime pluvial. No entanto, as anomalias anuais observadas indicam que há chances de ocorrer seqüenciamento de anos secos seguidos por úmidos e vice-versa.

Os índices de seca meteorológica (IAC e SPIM), especialmente, podem ser utilizados como uma boa ferramenta para estabelecer as diferentes categorias de seca, para Petrolina e Juazeiro. Embora as nomenclaturas das categorias/tipos de seca sejam específicas de cada método.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, H. A. de; BRITO, D. R. Alternative of living in the geographical outline of cariri paraibano, Brazil. International Journal of Development Research, v. 10, n.05, pp. 35820-35824, 2020

ALMEIDA, H. A. de. Índices de secas e a influência do fenômeno El Niño na estação chuvosa de Ipiaú, BA. Agrotrópica, v.29, n. 1, p. 51 – 62, 2017.

ALMEIDA, H. A. de; FARIAS, M. P. Potential for rainwater catchment's as an alternative for human consumption in drier micro-region of the state of Paraíba, Brazil. International Journal of Research in Geography (IJRG), v. 1, n.2, pp. 32-37, 2015.

ALMEIDA, H. A. de , CABRAL JÚNIOR, J. B. Variabilidades sazonais e interdecadais da chuva nas microrregiões geográficas do estado da Paraíba. Revista Brasileira de Geografia Física, v.7, n.5, p. 846-858, 2014.

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, n.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, 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.

COSTA, J. D. Convivência com o semiárido brasileiro Autonomia e protagonismo social: Direito humano á água. Brasília: labs, 2013. 208 p.

DA SILVA, D.F. Análise de aspectos climatológicos, ambientais, agroeconômicos e de seus efeitos sobre a Bacia hidrográfica do rio Mundaú (AL e PE). Tese de Doutorado em Recursos Naturais, março 2009, UFCG (PB).

FERNANDES, D. S.; HEINEMANN, A. B.; PAZ, R. L.; AMORIM, A. O.; CARDOSO, A. S. Índices para a quantificação da seca. Santo Antônio de Goiás : Embrapa Arroz e Feijão, 48 p, 2009.

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

MCKEE, T. B.; DOESKEN, N. J.; KLEIST, J. The relationship of drought frequency and duration to the time scales. In: CONFERENCE ON APPLIED CLIMATOLOGY, 8, 1993, Anhaeim, CA.

Proceedings. Boston: American Meteorological Society, 1993. p. 179-184.

ROOY, M.P. VAN. A Rainfall Anomaly Index Independent of Time and Space, Notes, 14, 43, 1965.

SAYARI, N.; BANNAYAN, M.; ALIZADEH, A.; FARID, A. Using drought indices to assess climate change impacts on drought conditions in the northeast of Iran (case study: Kashafrud basin). Meteorological Applications, v. 20, p. 115-127, 2013.

WILHITE, D.A. Drought. In: HOLTON, J.A.; PYLE, C.; CURRY, J.A. (Ed.). Encyclopedia of atmospheric science. New York: Elsevier, p. 650-658. 2003.

WILHITE, D. A. Drought: A global assessment. London: Routledge, 2000. p. 111-120.

WILHITE, D. A. Metodologia para o planejamento das ações no combate aos efeitos da seca. Recife: Sudene, 91 p. 1999.

^[1] Doutor e mestre em Agronomia e graduado, em Meteorologia.

^[2] Mestre em Desenvolvimento Regional.

Enviado: Outubro, 2020.

Aprovado: Abril, 2021.