

Revista Brasileira de Geografia Física



Homepage: https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe

Caracterização e análise das secas na sub-bacia hidrográfica do Rio Taperoá

André Aires de Farias¹; Francisco de Assis Salviano de Sousa²;

^{1.} Professor de Ciências Agrárias da Escola Agrotécnica de Sumé. e-mail: andreaires 61 @hotmail.com; ^{2.} Professor de Meteorologia da Universidade Federal de Campina Grande.

Artigo recebido em 04/02/2020 e aceito em 25/05/2020

RESUMO

Objetivou-se identificar e analisar os períodos de secas na sub-bacia hidrográfica do Rio Taperoá (SBHRT). Dados pluviométricos, série 1963-2014, foram utilizados para analisar a severidade dos anos secos, por meio do índice padronizado de precipitação (IPP). Verificou-se que a maioria das secas que ocorreram na SBHRT se enquadram na categoria moderada, seguido por severa e extrema. A SBHRT foi atingida por secas severas e extremas durante todas as décadas analisadas, no entanto, o maior número delas ocorreu nas décadas de 1980, 1990, 2000 e 2010. A seca mais grave foi a de 1998-2000, seguido pela de 1979-1985. A seca de 2012-2014 não foi a mais grave porque a precipitação foi acima da ocorrida no período de 1998-2000 e 1979-1985, houve também maior investimento em ações de convivência com as secas e programas sociais implantados pelos governos.

Palavras-chave: categoria de seca, regime de precipitação, severidade de seca.

Characterization and analysis of droughts in sub-basin hydrographic of the Taperoá River

ABSTRACT

This study aimed to identify and analyze the periods of droughts in sub-basin hydrographic of the Taperoá River (SBHTR). Rainfall data, serie 1963-2014, were used to analyze the severity of the dry years, through the standardized precipitation index (SPI). It was found that most of droughts in SBHTR occurred into the category moderate, following by severe and extreme. The SBHTR was hit by severe and extreme dried for all analyzed decades, however, as many of them occurred in the decades of 1980, 1990, 2000 and 2010. The most severe drought was the from 1998-2000, followed by 1979-1985. The drought of 2012-2014 was not the more serious because the precipitation was above occurred in 1998-2000 and 1979-1985 period, there was also greater investment in coexistence actions with droughts and social programs implemented by governments.

Keywords: category of drought, precipitation regime, severity of drought.

Introdução

A região Nordeste do Brasil está localizada no extremo Leste da América do Sul, banhada pelo Oceano Atlântico. Embora o Nordeste esteja localizado na região tropical do globo, ele não exibe a distribuição típica das chuvas de áreas equatoriais. A região apresenta variabilidade interanual acentuada, principalmente no que diz respeito às chuvas, com alguns anos extremamente secos e outros extremamente chuvosos (Lacerda et al., 2015; Oliveira et al., 2016).

Rodrigues et al. (2011), Rodrigues e McPhaden (2014) e Marengo et al. (2016) afirmam que no Nordeste do Brasil, episódios excepcionalmente secos ou úmidos são frequentemente associados a fenômenos de grande escala, como os episódios de El Niño e La Niña, ou a um intenso gradiente de temperatura meridional da superfície do mar sobre o Atlântico tropical. Durante os episódios de El Niño/La Niña, há uma tendência para a inibição/intensificação da atividade convectiva sobre o Atlântico tropical, que está associado à

precipitação predominantemente reduzida/ampliada no Norte do Nordeste.

De acordo com Kang e Sridhar (2017), Thilakarathne e Sridhar (2017) e Zou et al. (2017) as secas produzem um conjunto complexo de impactos que influenciam todos os componentes do ciclo hidrológico, a saber, (precipitação, umidade do solo, águas subterrâneas e superficiais; e evapotranspiração) e têm consequências socioeconômicas dispendiosas. Essas calamidades são o resultado de variações climáticas que ocorrem em diversas regiões geográficas ao redor do mundo.

De todos os desastres naturais ocorridos, a seca é responsável por 22% dos gastos, 33% do número de pessoas afetadas e 3% do número de mortos. A seca é o mais complexo de todos os fenômenos naturais, afetando um maior número de pessoas do que qualquer outro (Wilhite et al., 2007).

O Índice padronizado de precipitação (IPP) (McKee et al., 1993) tem sido amplamente utilizado para caracterizar e analisar secas. O IPP foi projetado para quantificar o déficit ou excesso de precipitação em múltiplas escalas de tempo. As mais curtas são usadas para caracterizar as secas meteorológicas, estas são importantes para as atividades agrícolas, pois a umidade do solo tem uma resposta rápida em relação às anomalias de precipitação. Escalas de tempo mais longas são usadas para monitorar, principalmente, as secas hidrológicas, pois estas são de grande importância no abastecimento das fontes superficiais e subterrâneas (Sirdas e Sen, 2003).

Vários estudos foram realizados para caracterizar e analisar secas através do IPP, entre eles:

Vergni e Todisco (2011) encontraram resultados interessantes através da análise de algumas séries anuais do IPP, em escalas de tempo de 4 e 6 meses na Itália. O índice confirmou a presença na região de tendências que podem afetar negativamente o equilíbrio de água na agricultura. Teixeira et al. (2013) observaram que dos 1164 meses analisados em Bagé-RS, quanto aos valores de IPP, 6,8% foram classificados como eventos de seca severa e extrema.

Xu et al. (2014) utilizando o IPP, identificaram que os dois eventos de secas mais severas na China ocorreram nos períodos de 1962-1963 e 2010-2011, estes afetaram a planície norte até o rio Yangtze, diminuindo, eventualmente, no sudoeste. Já Huang et al. (2015) utilizaram o IPP e períodos de secas (DS) na Mongólia Interior,

China. Os resultados obtidos demonstram padrões espaciais visíveis, com seis sub-regiões caracterizadas por diferentes variabilidades climáticas. No geral, a maioria das áreas da Mongólia Interior são dominadas por tendências de períodos secos, exceto para as áreas ocidentais e orientais.

Farias et al. (2017) identificaram que os impactos mais intensos durante a seca de 2012-2014 no município de Boqueirão - PB ocorreram em 2012 e 2013. As culturas agrícolas temporárias foram mais impactadas do que as permanentes. Isso ocorreu porque a maioria das permanentes eram irrigadas, diferente das temporárias. A maior redução de animais também ocorreu durante 2012 e 2013, com uma relação direta entre precipitação e efetivo dos rebanhos. Não houve redução do valor da produção em função das secas.

Duarte et al. (2018) identificaram secas mais graves em Campina Grande-PB nos períodos de 1997-1999, 2012-2015 e 2001-2003. As culturas permanentes tiveram maior impacto na quantidade produzida e rendimento médio. Já as temporárias tiveram redução de área plantada, área colhida, quantidade produzida, rendimento médio e valor da produção. Ocorreu redução do efetivo de animais durante a seca, principalmente em 2012 e 2013. A maior redução foi apresentada pelos rebanhos bovino, caprino e ovino. Com relação aos produtos agropecuários, só houve redução da quantidade e do valor da produção de leite durante 2012 e 2014.

Este estudo buscou analisar a problemática das secas por meio das diferentes categorias, com a identificação do período inicial e final; a duração e o IPP médio, informações muito importantes para os municípios analisados. Justifica-se ainda pelo fato da seca ser um fenômeno generalizado, sendo sua análise de interesse da sociedade e comunidade científica, uma vez que cerca de metade da superfície terrestre está vulnerável a este fenômeno, merecendo-se destaque para aquelas ocorridas no Semiárido do Nordeste, onde no século XX, por exemplo, ocorreram secas de grandes proporções em 1915, 1932, 1951-1953, 1958, 1970, 1979-1984, 1991-1994 e 1998-2000. Já no século XXI, secas intensas ocorreram de 2012 a 2019, causando uma complexa teia de impactos que se estendem por vários setores da sociedade. Diante disso, o seguinte questionamento é levantado: Em que anos ocorreram secas mais graves na série 1963-2014 na sub-bacia hidrográfica do Rio Taperoá?

Adotou-se, nesta pesquisa, a seguinte hipótese: secas são fenômenos naturais e temporários recorrentes na região semiárida brasileira, que apresentam eventos severos e extremos alternando-se com frequência durante as décadas.

O presente estudo buscou identificar e analisar os períodos de secas na sub-bacia hidrográfica do Rio Taperoá (SBHRT).

Material e métodos

A área de estudo compreende a SBHRT, com uma extensão territorial de 5.686,37 km², localizada sobre o Planalto da Borborema, na posição central do Estado da Paraíba (Figura 1).

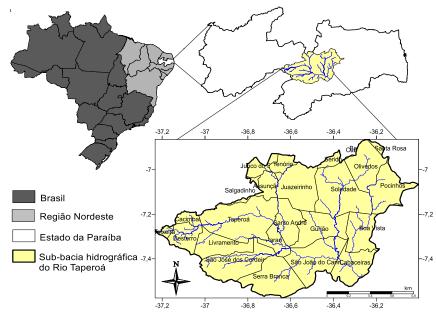


Figura 1. Localização geográfica da sub-bacia hidrográfica do Rio Taperoá.

Os dados pluviométricos foram obtidos através da Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESA, 2019). Foram utilizados dados de totais mensais precipitados para o período de 1963-2014 dos municípios que integram a SBHRT. Os municípios de Assunção, Boa Vista, Cacimbas, Cubati, Junco do Seridó, Livramento, Parari, Santo André e Tenório não foram analisados, pois série apresentam uma longa monitoramento, condição essencial para utilizar o IPP. O IPP foi calculado nas escalas temporais de 03, 06, 09, 12 e 24 meses.

A caracterização do regime de precipitação pluvial foi realizada por meio do ajuste das séries empíricas à distribuição gama. A função distribuição de probabilidade gama é visualizada na Eq. (1).

$$g(x) = \frac{1}{\beta} \frac{\alpha - 1 - x/\beta}{\Gamma(\alpha)}$$
 (1)

Sendo:

 $\alpha > 0$ = parâmetro de forma da distribuição gama; $\beta > 0$ = parâmetro de escala da

distribuição gama; $\chi > 0 = {\rm total\ de\ precipitação};$ $\Gamma(\alpha) = {\rm função\ gama}.$

A relação entre as distribuições de probabilidade gama e normal é apresentada nas Eqs. 2, 3, 4 e 5.

$$Z = SPI = -\left(t - \frac{c_0 + c_1 t + c_2 t^2}{1 + d_1 t + d_2 t^2 + d_3 t^3}\right)$$
(2)

Para $0 < H(x) \le 0.5$

$$Z = SPI = + \left(t - \frac{c_0 + c_1 t + c_2 t^2}{1 + d_1 t + d_2 t^2 + d_3 t^3}\right)$$
(3)

Para $0, 5 < H(x) \le 1, 0$

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
$$t = \sqrt{\ln\left(\frac{1}{(H(x))^2}\right)}$$
 (4)

Para $0 < H(x) \le 0.5$

e
$$t = \sqrt{\ln\left(\frac{1}{\left(1 - H(x)\right)^2}\right)}$$
 (5)

Para $0.5 < H(x) \le 1.0$

Os valores do IPP com suas categorias estão disponíveis na Tabela 1.

1485

Tabela 1. Valores do IPP e categorias de chuvas e de secas.

Valores do IPP	Categoria
≥ 2,00	Chuva extrema
1,50 a 1,99	Chuva severa
1,00 a 1,49	Chuva moderada
0 a 0,99	Chuva fraca
0 a - 0,99	Seca fraca
- 1,00 a - 1,49	Seca moderada
- 1,50 a - 1,99	Seca severa
≤- 2 , 00	Seca extrema

Fonte: (Mckee et al., 1993).

Resultados e discussão

A categoria de seca moderada foi a mais observada nos municípios da SBHRT, a quantidade variou de 32 a 62 eventos. O mesmo foi observado por Mohammadi et al. (2017) no Irã e Tesfamariam et al. (2019) na Etiopia. O menor número foi observado na região Oeste e Central da sub-bacia. Já a maior ocorrência foi no Leste, Sudoeste e Noroeste (Figura 2 A). A maioria das secas moderadas durou pouco tempo. As secas de curta duração, muitas vezes ocorreram acompanhadas por altas temperaturas e ventos fortes, isso causou a depleção potencial da umidade do solo no período de crescimento das plantas. Secas moderadas curtas também ocorreram junto com secas severas ou extremas, isso tornou-as mais longas e causou impactos agrícolas devastadores. Basara et al. (1998) e Illston e Basara (2003) observaram que embora a precipitação tenha sido acima do normal no estado de Oklahoma, no ano de 1998, uma seca de curto prazo durante o verão dizimou as culturas de algodão e amendoim. Na SBHRT observou-se também que as secas moderadas de curta duração ocorreram com maior frequência nas escalas de 3 e 6 meses. O mesmo foi observado por Livada e Assimakopoulos (2007) em pesquisa realizada no Norte da Grécia.

As secas severas apresentaram a segunda maior quantidade de casos. A análise espacial da

ocorrência dessas secas evidenciou que os municípios do Norte e Leste da sub-bacia apresentaram a maior quantidade, enquanto municípios do Sudoeste foram os que apresentaram o menor número. Os valores variaram de 15 a 32 secas (Figura 2 B). Já as secas extremas apresentaram o menor número, com valores que variaram de 1 a 1 1 eventos. As regiões que apresentaram mais secas extremas foram o Nordeste e Sudoeste da SBHRT (Figura 2 C). As secas severas e extremas ameaçam as condições sociais, econômicas e ambientais em muitas regiões ao redor do mundo e na SBHRT não é diferente.

Na Figura 2 A, B e C é possível inferir a grande variabilidade espacial da pluvio metria na região, haja vista que municípios vizinhos uns aos outros apresentaram quantidades diferentes de secas moderadas, severas e extremas.

A partir daqui, optou-se por analisar as secas mais graves nos municípios, ou seja, as severas e extremas nas escalas de 12 e 24 meses.

Barra de Santa Rosa

Barra de Santa Rosa apresentou 18 secas severas e extremas durante o período de 1963-2014, sendo o município menos atingido por secas severas e extremas (Figura 3).

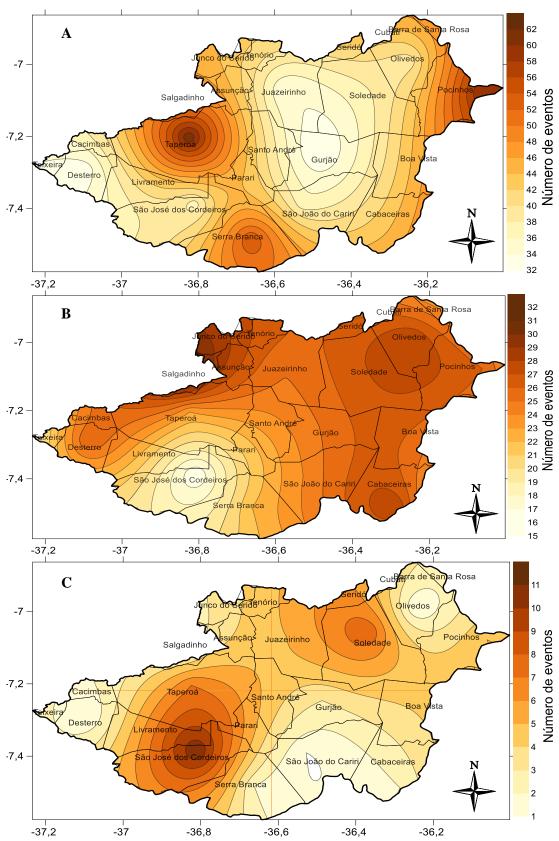


Figura 2. Distribuição de secas moderadas (A), severas (B) e extremas (C) na sub-bacia hidrográfica do Rio Taperoá.

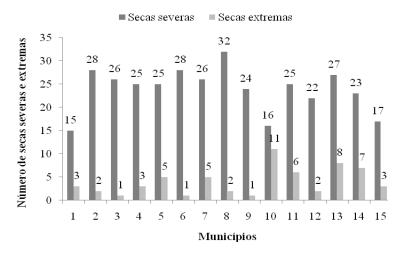


Figura 3. Número de secas severas e extremas nos municípios da sub-bacia no período de 1963-2014. Legenda: 1- Barra de Santa Rosa. 2- Cabaceiras. 3- Desterro. 4- Gurjão. 5- Juazeirinho. 6- Olivedos. 7- Pocinhos. 8- Salgadinho. 9- São João do Cariri. 10- São José dos Cordeiros. 11- São Vicente do Seridó. 12- Serra Branca. 13- Soledade. 14- Taperoá. 15- Teixeira.

O IPP de 12 meses identificou duas secas em Barra de Santa Rosa, uma iniciou em julho de 1970 e prolongou-se até julho de 1971, com duração de 13 meses e IPP médio de - 1,73 e categoria severa. A seca que iniciou em abril de 1998 e terminou em janeiro de 2000 foi classificada como severa, teve duração de 22 meses e IPP médio de - 1,69 (Tabela 2).

O IPP de 24 meses identificou três secas severas, uma ocorreu entre abril de 1971 e julho de 1972. A outra teve início em abril de 1983 e término em julho de 1984 e a última iniciou em maio de 1998 e terminou em maio de 2000. O que chama à atenção são as durações, com 16, 16 e 25 meses, respectivamente. Os impactos atingiram severamente o município. Considerando todos os IPPs, pode-se observar que as secas severas

ocorreram com maior frequência durante as décadas de 1970 e 1990 (Tabela 2).

Khatiwada e Pandey (2019) em pesquisa realizada na bacia do Rio Karnali, Nepal, observaram a ocorrência de grandes eventos de secas nos anos: 1984–1985, 1987–1988, 1992–1993, 1994–1995, 2004–2009 e 2012. Os autores ainda afirmam que mesmo para as estações dentro da mesma sub-bacia, os anos de eventos de seca não foram uniformes, provavelmente devido à alta heterogeneidade da bacia e à dominância do microclima influenciado pela topografia local. Essas mesmas características justificam a menor quantidade de secas severas e extremas em Barra de Santa Rosa e as grandes variabilidades apresentadas por vários outros municípios deste estudo.

Tabela 2. Quantidade, período, duração, IPP médio e categoria de secas obtidas pelos IPPs de 12 e 24 meses para o município de Barra de Santa Rosa-PB.

Escala de 12 meses						
Quant.	Início	Fim	Duração (meses)	IPP médio	Categoria	
1	julho 1970	julho 1971	13	- 1,73	Seca severa	
2	abril 1998	janeiro 2000	22	- 1,69	Seca severa	
]	Escala de 24 meses			
1	abril 1971	julho 1972	16	- 1,64	Seca severa	
2	abril 1983	julho 1984	16	- 1,74	Seca severa	
3	maio 1998	maio 2000	25	- 1,83	Seca severa	

Cabaceiras

Cabaceiras é considerado por muitos como um dos municípios mais secos do Brasil. Este fato é resultante da grande variabilidade pluviométrica e da intensa evapotranspiração, posição geográfica, solos rasos, ventos fortes e vegetação escassa. Na Figura 3 verifica-se que a ocorrência de secas severas aconteceu com frequência, o município apresentou 28 secas nesta categoria, valor inferior apenas ao de Salgadinho, que teve 32. Já com relação às secas extremas, apresentou um dos menores números (2),

juntamente com Salgadinho e Serra Branca (2), nestes municípios só ocorreram mais secas extremas do que em Desterro (1), Olivedos (1) e São João do Cariri (1).

No IPP de 12 meses foram identificadas seis secas, cinco severas e uma extrema. As severas aconteceram entre 1980-1981, 1983-1984, 1987-1988, 1998-2000 e 2012-2013. Estas atingiram intensamente os municípios do Semiárido nordestino, causaram muitos impactos e empobreceram ainda mais a população dessa região. Já a seca extrema atuou entre abril e julho de 1982, teve duração de 4 meses e IPP médio de - 2,08. O mais interessante é que essa seca aconteceu entre duas secas severas (1980-1981 e 1983-1984). Este período foi crítico para todo o Semiárido nordestino devido a ocorrência de uma

das secas mais longas da história dessa região (1979-1984). O IPP 24 meses confirma, mais uma vez, o quanto as secas de 1980-1981, 1983-1985, 1998-2000 e 2013-2014 foram graves para o município de Cabaceiras (Tabela 3).

Resultados aproximados foram obtidos por Tesfamariam et al. (2019), em pesquisa realizada em uma bacia hidrográfica, na Etiópia. Onde observaram que a área de estudo era frequentemente atingida por secas de longa duração, o que poderia afetar substancialmente a agricultura de sequeiro na bacia. Tal situação foi observada em 1981, 1983, 1984, 1985, 1988, 1990, 1991, 1995, 2001, 2002 e 2003. Observaram ainda que a incidência de secas foi maior na década de 1980, em comparação às décadas de 1990 e 2000.

Tabela 3. Quantidade, período, duração, IPP médio e categoria de secas obtidas pelos IPPs de 12 e 24 meses para o município de Cabaceiras-PB.

		Esca	ala de 12 mese	es	
Quant.	Início	Fim	Duração (meses)	IPP médio	Categoria
Quant.					
1	maio 1980	fevereiro 1981	10	- 1,60	Seca severa
2	abril 1982	julho 1982	4	- 2,08	Seca extrema
3	maio 1983	maio 1984	13	- 1,63	Seca severa
4	setembro 1987	fevereiro 1988	6	- 1,59	Seca severa
5	maio 1998	janeiro 2000	21	- 1,60	Seca severa
6	agosto 2012	novembro 2013	16	- 1,69	Seca severa
		Esca	ala de 24 mese	es	
1	abril 1980	março 1981	12	- 1,81	Seca severa
2	abril 1983	janeiro 1985	22	- 1,81	Seca severa
3	dezembro 1998	junho 2000	19	- 1,87	Seca severa
4	abril 2013	maio 2014	14	- 1,68	Seca severa

Desterro

A análise do município de Desterro identificou a mesma quantidade de secas se veras de Pocinhos (26) e extrema de Olivedos e São João do Cariri (1) (Figura 3).

Os dados referentes aos IPPs de 12 e 24 meses revelaram resultados próximos para o município. Na escala de 12 meses foram identificadas as secas de 1970-1971, 1979-1981, 1990, 1998-1999 e 2012-2013, classificadas como severas e tiveram durações que variaram de 6 a 21 meses. Já na escala de 24 meses, três secas foram classificadas como severas (1980-1982, 1998-2000 e 2013-2014) (Tabela 4).

As secas que causaram mais impactos negativos no município foram àquelas identificadas pelos IPPs de 12 e 24 meses, haja vista que esta análise é de longo prazo e identifica, principalmente, os períodos críticos de maiores

durações e que causam às secas agrícolas, hidrológicas e socioeconômicas. Com relação à seca de 2013-2014, esta não teve a mesma dimensão desastrosa das secas severas de 1980-1982 e 1998-2000. Isso porque as duas secas severas foram mais longas e nos períodos que elas aconteceram a lógica da convivência com o Semiárido e a distribuição de renda dos governos municipal, estadual e federal ainda não eram tão reconhecidas e postas em prática.

Marengo et al. (2018), em uma análise das características climáticas da seca de 2010-2016 no Semiárido do Nordeste, afirmam que devido às perdas nas áreas agrícola, pecuária, abastecimento de água e economias locais devido à seca que iniciou em 2012, o governo federal autorizou a liberação de recursos financeiros para diversos municípios afetados por esse evento.

Tabela 4. Quantidade, período, duração, IPP médio e categoria de secas obtidas pelos IPPs de 12 e 24 me ses para o município de Desterro-PB.

	-	Esc	ala de 12 meses	3			
Duração							
Quant.	Início	Fim	(meses)	IPP médio	Categoria		
1	agosto 1970	janeiro 1971	6	- 1,64	Seca severa		
2	junho 1979	fevereiro 1981	21	- 1,88	Seca severa		
3	maio 1990	dezembro 1990	8	- 1,57	Seca severa		
4	fevereiro 1998	abril 1999	15	- 1,55	Seca severa		
5	junho 2012	novembro 2013	18	- 1,90	Seca severa		
	-	Esc	ala de 24 meses	3			
1	março 1980	março 1982	25	- 1,79	Seca severa		
2	fevereiro 1998	fevereiro 2000	25	- 1,71	Seca severa		
3	abril 2013	Julho 2014	16	- 1,82	Seca severa		

Gurjão

O município de Gurjão, assim como os demais, é regularmente atingido por secas, anos chuvosos e secos alternam-se com muita frequência. Pelos resultados da análise, ele foi o nono em número de secas severas e extremas, apresentando 28 eventos (Figura 3).

No IPP de 12 meses foram identificadas seis secas, cinco severas e uma extrema. As severas aconteceram entre maio de 1970 e março de 1971, abril e agosto de 1982, agosto de 1987 e fevereiro de 1988, abril de 1998 e fevereiro de 2000 e fevereiro e novembro de 2013. Estas tiveram durações de 11, 5, 7, 23 e 10 meses, respectivamente. A seca extrema atuou de maio de 1983 a março de 1984, com duração de 11 meses (Tabela 5). As secas mais longas provocaram uma redução drástica na disponibilidade hídrica do município, este fato está diretamente relacionado às secas agrícolas e hidrológicas.

A análise do IPP de 24 meses identifico u três secas severas, repetidas com frequência na análise dos municípios anteriores. Foram secas

que aconteceram entre abril de 1970 e maio de 1971, abril de 1983 e janeiro de 1985 e março de 1998 e março de 2000. Ambas tiveram durações longas e causaram muitos impactos negativos no município. Foi possível observar que a maioria das secas severas ocorreram durante as décadas de 1970 e 1980 (Tabela 5). Birtukan (2014), em pesquisa realizada na Etiópia, observou que as secas na década de 1970 foram mais longas e mais intensas. Ainda segundo o mesmo autor, a seca de 1974 resultou na morte de aproximadamente 250.000 pessoas.

Os impactos das secas em Gurjão foram muito intensos sobre a agricultura, a pecuária, a migração, a fauna e a flora silvestre. Indiretamente, as secas também aumentaram a degradação do bioma Caatinga, pois com a dificuldade de obter recursos financeiros, a população complementa a renda com os recursos naturais disponíveis no ambiente. Houve também conflitos por recursos hídricos e redução do Produto Interno Bruto (PIB).

Tabela 5. Quantidade, período, duração, IPP médio e categoria de secas obtidas pelos IPPs de 12 e 24 meses para o município de Gurjão-PB.

		Esc	cala de 12 meses					
Quant.	Início	Fim	Duração (meses)	IPP médio	Categoria			
1	maio 1970	março 1971	11	- 1,63	Seca severa			
2	abril 1982	agosto 1982	5	- 1,77	Seca severa			
3	maio 1983	março 1984	11	- 2,16	Seca extrema			
4	agosto 1987	fevereiro 1988	7	- 1,52	Seca severa			
5	abril 1998	fevereiro 2000	23	- 1,66	Seca severa			
6	fevereiro 2013	novembro 2013	10	- 1,90	Seca severa			
	Escala de 24 meses							
1	abril 1970	maio 1971	14	- 1,80	Seca severa			
2	abril 1983	janeiro 1985	22	- 1,87	Seca severa			
3	março 1998	março 2000	25	- 1,91	Seca severa			

Juazeirinho

A Figura 3 identificou 30 secas severas e extremas entre 1963 e 2014 no município de Juazeirinho. Taperoá e Cabaceiras a presentaram esse mesmo valor. A análise do IPP de 12 meses identificou seis secas, cinco severas e uma extrema. As severas ocorreram entre agosto de 1970 e junho de 1971, junho de 1979 e março de 1980, julho de 1983 e fevereiro de 1984, abril de 1998 e abril de 1999 e junho de 2012 e janeiro de 2014. A extrema atuou entre abril de 1982 e janeiro de 1983.

Apenas três secas permaneceram na escala de 24 meses, duas extremas e uma severa. As extremas aconteceram entre abril de 1983 e fevereiro de 1984 e março de 2013 e março de 2014. Diferente dos outros municípios, ainda não tinham sido identificadas duas secas extremas no IPP de 24 meses. Já a severa teve início em fevereiro de 1998 e término em dezembro de 1999

(Tabela 6). As secas identificadas nos IPPs de 12 e 24 meses foram verificadas em praticamente todos os outros, isso evidencia o quão intensa elas foram para o município de Juazeirinho, essas secas atingiram intensamente a maioria dos municípios do Semiárido nordestino, deixando um rastro de miséria e fome nos estados.

Os resultados encontrados para Juazeirinho são aproximados aos observados por Farias et al. (2016) para a região do Agreste paraibano. Apesar dos autores analisarem Areia, Aroeiras, Bananeiras e Boa Vista, ou seja, municípios de outra mesorregião, observa-se que as secas mais graves, ou seja, aquelas que tiveram maiores durações, déficits hídricos e intensidades nesses municípios ocorreram durante os períodos de 1995-1999, 2012-2014, 2005-2006 e 2010. Isso confirma a incidência das secas de 1998-1999 e 2012-2014 em muitos lugares.

Tabela 6. Quantidade, período, duração, IPP médio e categoria de secas obtidas pelos IPPs de 12 e 24 meses para o município de Juazeirinho-PB.

		Esc	ala de 12 meses	S				
	Duração							
Quant.	Início	Fim	(meses)	IPP médio	Categoria			
1	agosto 1970	junho 1971	11	- 1,51	Seca severa			
2	junho 1979	março 1980	10	- 1,52	Seca severa			
3	abril 1982	janeiro 1983	10	- 2,27	Seca extrema			
4	julho 1983	fevereiro 1984	8	- 1,56	Seca severa			
5	abril 1998	abril 1999	13	- 1,64	Seca severa			
6	junho 2012	janeiro 2014	20	-1,90	Seca severa			
	Escala de 24 meses							
1	abril 1983	fevereiro 1984	11	- 2,22	Seca extrema			
2	fevereiro 1998	dezembro 1999	23	- 1,66	Seca severa			
3	março 2013	março 2014	13	- 2,17	Seca extrema			

Olivedos

Olivedos apresentou 29 secas, a maioria delas severas (28). Com relação a todos os municípios desta análise, pôde ser observado que o menor número de secas extremas ocorreu em Olivedos (1), Desterro (1) e São João do Cariri (1) (Figura 3).

Com o IPP de 12 meses foram identificadas duas secas severas no município de Olivedos, uma entre fevereiro de 1982 e março de 1984; a outra entre abril de 1998 e janeiro de 2000. A primeira teve duração de 26 meses e IPP médio de - 1,63; a última durou 22 meses e teve IPP médio de - 1,88. Mais uma vez essas secas se repetiram nos IPPs, isso mostra o quanto elas foram longas e impactantes para o município (Tabela 7).

A escala de 24 meses identificou três secas, duas severas e uma extrema. As severas aconteceram entre outubro de 1981 e janeiro de 1985 e junho de 2013 e dezembro de 2014. Estas foram muito preocupantes para o município, pois a primeira teve duração de 40 meses e foi a mais longa deste estudo. Se uma seca de curta duração causa sérios impactos para um município, a de 40 meses desarticula toda a economia. A outra seca severa, no anos de 2013-2014, causou muitos impactos, embora não se possa compará-la com a de 1981-1985 devido à duração desta última. A única seca extrema no município de Olivedos nessa escala aconteceu entre setembro de 1998 e janeiro de 2000, teve duração de 17 meses e IPP médio de - 2,17 (Tabela 7). Tais resultados corroboram com Farias et al. (2017). Onde os

mesmos em uma análise sobre secas no município de Boqueirão-PB, identificaram que as mais graves ocorreram nos anos de 1980-1982, 1998-2000 e 2012-2013. Destas, a mais impactante foi a

de 1998-2000. Além de muitos outros impactos, essa seca reduziu drasticamente a produção agropecuária e o abastecimento de água da região.

Tabela 7. Quantidade, período, duração, IPP médio e categoria de secas obtidas pelos IPPs de 12 e 24 meses para o município de Olivedos-PB.

Quant.	Início	Fim	Duração (meses)	IPP médio	Categoria
1	fevereiro 1982	março 1984	26	- 1,63	Seca severa
2	abril 1998	janeiro 2000	22	- 1,88	Seca severa
		E	scala de 24 meses		
1	outubro 1981	janeiro 1985	40	- 1,59	Seca severa
2	setembro 1998	janeiro 2000	17	- 2,17	Seca extrema
3	junho 2013	dezembro 2014	19	- 1,59	Seca severa

Pocinhos

Pela Figura 3 é possível observar que aconteceram 31 secas nas categorias severa e extrema em Pocinhos. O município é um dos que apresentou o maior número de secas, ficando atrás apenas de Soledade (35) e Salgadinho (34).

O IPP de 12 meses identificou apenas secas severas entre os anos de 1976-1977, 1980-1981, 1982, 1983-1984 e 1998-1999, com durações variando de 6 a 16 meses e os IPPs médios de - 1,60 a - 1,96. Já na escala de 24 meses, três secas foram identificadas, duas classificadas como extremas (1983-1984 e 1999-2000) e uma como severa (1980-1981) (Tabela 8). As secas que causaram mais impactos em Pocinhos foram as que se repetiram em todos os IPPs (1980-1981, 1983-1984 e 1998-2000).

Os resultados obtidos para Pocinhos não identificaram a seca de 2012-2014 como se vera ou extrema nas escalas de 12 e 24 meses. Tais resultados discordam dos obtidos por Duarte et al. (2018). Estes autores ao analisar a severidade de secas no município de Campina Grande-PB, identificaram eventos mais graves em 1997-1999, 2012-2015 e 2001-2003. Estas tiveram durações de 3, 4 e 3 anos; déficit hídrico de 903, 608 e 322 mm; e intensidade de 301, 152 e 107,33 mm/ano, respectivamente. Isso evidencia a grande variabilidade pluviométrica existente entre municípios próximos, pois a distância entre os dois municípios é de aproximadamente 34 km.

Tabela 8. Quantidade, período, duração, IPP médio e categoria de secas obtidas pelos IPPs de 12 e 24 meses para o município de Pocinhos-PB.

Escala de 12 meses								
Quant.	Início	Fim	Duração (meses)	IPP médio	Categoria			
1	agosto 1976	março 1977	8	- 1,60	Seca severa			
2	maio 1980	fevereiro 1981	10	- 1,78	Seca severa			
3	abril 1982	setembro 1982	6	- 1,96	Seca severa			
4	janeiro 1983	março 1984	15	- 1,66	Seca severa			
5	abril 1998	julho 1999	16	- 1,91	Seca severa			
	Escala de 24 meses							
1	junho 1980	fevereiro 1981	9	- 1,75	Seca severa			
2	abril 1983	março 1984	12	- 2,23	Seca extrema			
3	fevereiro 1999	junho 2000	17	- 2,21	Seca extrema			

São João do Cariri

Foram identificadas 25 secas severas e extremas em São João do Cariri. O município apresentou um dos menores números de secas nessas categorias, apenas Serra Branca (24),

Teixeira (20) e Barra de Santa Rosa (18) apresentaram menos secas do que São João do Cariri (Figura 3).

No IPP de 12 meses foram identificadas cinco secas severas, que ocorreram em 1980-

1981, 1982-1983, 1995, 1998-2000 e 2012-2014 e tiveram durações de 10, 10, 2, 22 e 19 meses, respectivamente. Com exceção da seca de 1995, todas as outras atingiram intensamente o município de São João do Cariri, causando muitos impactos e empobrecendo ainda mais a população. Na escala de tempo de 24 meses foram identificadas quatro secas severas, que ocorreram entre junho de 1980 e fevereiro de 1981, abril e dezembro de 1983, abril de 1998 e março de 2000 e junho de 2013 e dezembro de 2014. As duas

últimas foram as mais impactantes para o município (Tabela 9).

Os resultados obtidos estão de acordo com Sena et al. (2019). Onde os mesmos, em uma análise da variabilidade pluviométrica nos municípios de Sumé e São João do Cariri, PB, observaram que durante o período de 2000 a 2011 houve o predomínio, quase em sua totalidade, de eventos chuvosos; observaram também que após 2011 iniciou um período de secas intensas em Sumé e São João do Cariri.

Tabela 9. Quantidade, período, duração, IPP médio e categoria de secas obtidas pelos IPPs de 12 e 24 meses para o município de São João do Cariri-PB.

	•	Esca	ala de 12 meses					
	Duração							
Quant.	Início	Fim	(meses)	IPP médio	Categoria			
1	maio 1980	fevereiro 1981	10	- 1,70	Seca severa			
2	abril 1982	janeiro 1983	10	- 1,80	Seca severa			
3	janeiro 1995	fevereiro 1995	2	- 1,69	Seca severa			
4	abril 1998	janeiro 2000	22	- 1,69	Seca severa			
5	setembro 2012	março 2014	19	- 1,53	Seca severa			
		Esca	ala de 24 meses					
1	junho 1980	fevereiro 1981	9	- 1,69	Seca severa			
2	abril 1983	dezembro 1983	9	- 1,97	Seca severa			
3	abril 1998	março 2000	24	- 1,88	Seca severa			
4	junho 2013	dezembro 2014	19	- 1,66	Seca severa			

São José dos Cordeiros

No município de São José dos Cordeiros ocorreram 27 secas severas e extremas (Figura 3). A escala de 12 meses identificou quatro secas, duas extremas e duas severas. As extremas ocorreram entre abril de 1969 e março de 1970 e abril de 1998 e maio de 1999, com durações de 12 e 14 meses, respectivamente. A seca de 1998-1999 foi a mais intensa no município, deixou um rastro de miséria e fome. As camadas mais pobres da população ficaram ainda mais vulneráveis diante do quadro de seca instalado, afetou também à agropecuária, à fauna e à flora. Mera (2018) diz que a perda de colheitas e gado geralmente resulta em severa escassez de alimentos e estresse psicológico entre as pessoas afetadas. A deficiência pluviométrica gera culturas agrícolas e pastagens com baixa produtividade, morte maciça de gado em áreas de pastoreio e fome intensa. Já as secas severas ocorreram durante julho de 1970 e fevereiro de 1971 e novembro de 2012 e fevereiro de 2014. A primeira teve duração de 8 e a última de 16 meses (Tabela 10).

Na escala de 24 meses foram identificadas três secas severas (1969-1971, 1998-2000 e 2013-2014). Estes resultados são próximos aos encontrados no IPP de 12 meses. A seca de 1969-

1971 foi a mais intensa na escala de 24 meses, durou 22 meses, com IPP médio de - 1,93; em seguida a de 1998-2000, com duração de 24 meses, porém com IPP médio de menor gravidade (-1,81). A seca de 2013-2014 durou 20 meses e teve IPP médio de - 1,62 (Tabela 10).

Salgadinho

O município de Salgadinho se destacou, juntamente com Soledade, por ter sido os que apresentaram o maior número de secas severas e extremas, Salgadinho (34) e Soledade (35) (Figura 3).

Pela escala de 12 meses identificou-se quatro secas severas, repetidas com frequência na maioria dos municípios analisados. Essas secas ocorreram entre julho de 1970 e fevereiro de 1971, maio e dezembro de 1990, abril de 1998 e dezembro de 1999 e junho de 2012 e fevereiro de 2014. Impactos intensos das secas na década de 1970 foram observados por Abubakar e Yamusa (2013), na Nigéria. Os autores citam uma redução de 11,1% do PIB nacional em função dessas secas, isso deixou muitas pessoas em situação de extrema pobreza. As secas mais graves foram as de 1998-1999 e 2012-2014, devido à longa duração, ambas com 21 meses. Quanto maior a duração, maiores os impactos (Tabela 11).

Na escala de 24 meses ocorreram três secas severas (1980-1981, 1998-2000 e 2013-2014) (Tabela 11). Os impactos das secas mais longas nas escalas de 12 e 24 meses foram

gravíssimos no município. O setor mais afetado foi à agropecuária. As secas destruíram as lavouras, esgotaram as reservas de água e levaram a morte centenas de animais.

Tabela 10. Quantidade, período, duração, IPP médio e categoria de secas obtidas pelos IPPs de 12 e 24 meses para o município de São José dos Cordeiros-PB.

		Esca	la de 12 meses	S	
			Duração		
Quant.	Início	Fim	(meses)	IPP médio	Categoria
1	abril 1969	março 1970	12	- 2,06	Seca extrema
2	julho 1970	fevereiro 1971	8	- 1,74	Seca severa
3	abril 1998	maio 1999	14	- 2,41	Seca extrema
4	novembro 2012	fevereiro 2014	16	- 1,60	Seca severa
		Esca	la de 24 meses	3	
1	maio 1969	fevereiro 1971	22	- 1,93	Seca severa
2	maio 1998	abril 2000	24	- 1,81	Seca severa
3	abril 2013	novembro 2014	20	- 1,62	Seca severa

Tabela 11. Quantidade, período, duração, IPP médio e categoria de secas obtidas pelos IPPs de 12 e 24 meses para o município de Salgadinho-PB.

		Esc	ala de 12 meses				
Duração							
Quant.	Início	Fim	(meses)	IPP médio	Categoria		
1	julho 1970	fevereiro 1971	8	- 1,52	Seca severa		
2	maio 1990	dezembro 1990	8	- 1,69	Seca severa		
3	abril 1998	dezembro 1999	21	- 1,59	Seca severa		
4	junho 2012	fevereiro 2014	21	- 1,81	Seca severa		
		Esc	ala de 24 meses				
1	maio 1980	fevereiro 1981	10	- 1,80	Seca severa		
2	maio 1998	maio 2000	25	- 1,66	Seca severa		
3	março 2013	dezembro 2014	22	- 1,77	Seca severa		

São Vicente do Seridó

São Vicente do Seridó foi um dos mais atingidos por secas severas e extremas, nele ocorreram 31 secas nestas categorias, menor apenas do que as dos municípios de Salgadinho (34) e Soledade (35) (Figura 3).

No IPP de 12 meses foram identificadas duas secas severas, entre abril de 1982 e fevereiro de 1983 e março de 1998 e janeiro de 2000, com duração de 11 e 23 meses e IPP médio de - 1,75 e - 1,94, respectivamente (Tabela 12). A seca de 1982-1983 está dentro de uma que é considerada por muitos como uma das mais graves e longas que já ocorreram no município, isso porque teve início em 1979 e prolongou-se até 1984. A seca de 1998-2000 foi uma das mais graves e longas que aconteceram. Ambas impactaram fortemente todos os setores, além disso, as camadas mais pobres da população do município ficaram com poucos ou nenhum meio de subsistência,

tornando-se dependentes da ajuda dos governos para sobreviver.

Na escala de 24 meses foram identificadas três secas, duas severas (junho de 1980 a fevereiro de 1981 e abril de 1983 a fevereiro de 1984) e uma extrema (abril de 1998 a dezembro de 1999). A seca de 1998-1999 foi a mais intensa, pois teve maior duração (21 meses) e IPP médio (- 2,12), em seguida vem a de 1983-1984, com duração de 11 meses e IPP médio de - 1,64, e por último a de 1980-1981, esta teve duração de 9 meses e IPP médio de - 1,51 (Tabela 12). De semelhança entre as secas menos intensas (1980-1981 e 1983-1984), está o fato delas terem ocorrido muito próximo uma da outra.

Comenetz e Caviedes (2003) também identificaram secas na Etiópia em 1982/83 e 1997/98. Como causa desses eventos, Georgis (1997), que analisou o El Niño, as regiões e as populações afetadas, afirma que quase sempre o que causa a seca é o próprio El Niño. Korecha e

Barnston (2007) identificaram que as secas induzidas por esses eventos deixaram impactos

intensos no ambiente.

Tabela 12. Quantidade, período, duração, IPP médio e categoria de secas obtidas pelos IPPs de 12 e 24 meses para o município de São Vicente do Seridó-PB.

Escala de 12 meses						
Quant.	Início	Fim	Duração (meses)	IPP médio	Categoria	
1	abril 1982	fevereiro 1983	11	- 1,75	Seca severa	
2	março 1998	janeiro 2000	23	- 1,94	Seca severa	
-	3	Esc	cala de 24 meses	,		
1	junho 1980	fevereiro 1981	9	- 1,51	Seca severa	
2	abril 1983	fevereiro 1984	11	- 1,64	Seca severa	
3	abril 1998	dezembro 1999	21	- 2,12	Seca extrema	

Serra Branca

Foram identificadas 24 secas severas e extremas em Serra Branca, sendo um dos municípios que apresentou o menor número de secas, a quantidade só foi superior a de Teixeira e Barra de Santa Rosa (Figura 3).

A escala de 12 meses identificou quatro secas, todas severas, entre fevereiro e março de 1971, abril de 1982 e março de 1983, abril de 1998 e dezembro de 1999 e junho de 2012 e fevereiro de 2014. A duração foi de 2, 12, 21 e 21 meses, respectivamente. Cada uma dessas secas ocorreu em décadas diferentes. Na escala de 24 meses foram identificadas três secas, ambas severas. Elas aconteceram entre agosto de 1981 e março de 1984, abril de 1998 e abril de 2000 e

marco de 2013 e novembro de 2014. As durações destas secas foram surpreendentes (32, 25 e 21 meses), respectivamente. Nessa escala a seca mais grave foi a de 1981-1984, este período é considerado, por muitos, como o de seca mais longa no Nordeste brasileiro. A seca de 1998-2000 também foi muito grave, por último vem a de 2013-2014 (Tabela 13). Marengo et al. (2018), citam a seca que iniciou em 2012, no Nordeste do Brasil, como uma das piores já registradas. Segundo esses autores, durante 2012-2013, as chuvas foram entre 100 e 300 mm/ano abaixo da média no Semiárido do Nordeste. Em 2013-2014, as anomalias negativas de chuvas foram detectadas principalmente na parte Norte e Sul dessa região (100-300 mm/ano abaixo do normal).

Tabela 13. Quantidade, período, duração, IPP médio e categoria de secas obtidas pelos IPPs de 12 e 24 meses para o município de Serra Branca-PB.

-	•	Esca	la de 12 meses		
			Duração		
Quant.	Início	Fim	(meses)	IPP médio	Categoria
1	fevereiro 1971	março 1971	2	- 1,56	Seca severa
2	abril 1982	março 1983	12	- 1,96	Seca severa
3	abril 1998	dezembro 1999	21	- 1,67	Seca severa
4	junho 2012	fevereiro 2014	21	- 1,73	Seca severa
		Esca	la de 24 meses		
1	agosto 1981	março 1984	32	- 1,55	Seca severa
2	abril 1998	abril 2000	25	- 1,77	Seca severa
3	março 2013	novembro 2014	21	- 1,78	Seca severa

Soledade

Soledade apresentou o maior número de secas severas e extremas, foram contabilizadas 35 secas nestas duas categorias (Figura 3).

Cinco secas intensas foram identificadas com o IPP de 12 meses, as mesmas ocorreram em 1979-1980, 1982, 1983-1984, 1998-1999 e 2012-2014. A escala de 24 meses identificou quatro

secas, três severas e uma extrema. Estas se repetiram na escala anterior. As secas severas ocorreram entre maio de 1980 e fevereiro de 1981, fevereiro de 1983 e fevereiro de 1984 e maio de 2013 e abril de 2014. A seca mais grave do município se repetiu novamente na categoria extrema, tendo início em abril de 1998 e término em março de 2000 (Tabela 14). Sousa et al.

(2016), em uma análise de chuvas e secas da bacia do Rio Paraguaçu, BA, identificaram também várias ocorrências de secas extremas, principalmente em Ipirá. A ocorrência de secas resulta das mudanças na dinâmica da atmosfera,

quando altera o deslocamento dos sistemas precipitantes. Normalmente alterações na temperatura da superfície do mar (TSM) nos oceanos Atlântico e Pacífico modificam o padrão de grande escala da circulação geral da atmosfera.

Tabela 14. Quantidade, período, duração, IPP médio e categoria de secas obtidas pelos IPPs de 12 e 24 meses para o município de Soledade-PB.

		Esca	la de 12 meses			
Quant.	Início	Fim	Duração (meses)	IPP médio	Categoria	
1	junho 1979	março 1980	10	- 1,63	Seca severa	
2	fevereiro 1982	junho 1982	5	- 1,91	Seca severa	
3	maio 1983	fevereiro 1984	10	- 2,21	Seca extrema	
4	abril 1998	dezembro 1999	21	- 2,01	Seca extrema	
5	novembro 2012	fevereiro 2014	16	- 1,57	Seca severa	
Escala de 24 meses						
1	maio 1980	fevereiro 1981	10	- 1,92	Seca severa	
2	fevereiro 1983	fevereiro 1984	13	- 1,90	Seca severa	
3	abril 1998	março 2000	24	- 2,12	Seca extrema	
4	maio 2013	abril 2014	12	- 1,70	Seca severa	

Taperoá

O município de Taperoá apresentou 30 períodos de secas severas e extremas (Figura 3). No IPP de 12 meses verificou-se a ocorrência de secas extremas apenas entre fevereiro de 1993 e fevereiro de 1994. Esta seca teve intensidade média de -2,03 e duração de 13 meses. Outras duas de menor impacto, na categoria severa, ocorreram no período de abril de 1998 a julho de 1999 e junho de 1990 a maio de 1991, com duração de 16 e 12 meses, respectivamente (Tabela 15). No IPP de 12 meses o déficit hídric o causou redução da produção das culturas, migrações populacionais, redução da pecuária, aumento do desemprego, perda de recursos financeiros, redução das opções da dieta alimentar, aumento da carga de trabalho, prejuízos às espécies piscícolas, desgaste físico e mental da população; e prejuízos à flora e à fauna.

A Tabela 15 evidencia os resultados para o IPP de 24 meses, nesta escala foram identificadas duas secas, ambas severas, uma que ocorreu entre maio de 1991 e junho de 1994 e a outra que teve início em setembro de 1998 e término em julho de 2000. O que impressiona nestas secas são suas durações (38 e 23 meses), respectivamente. A duração da seca de 1991-1994 foi a segunda mais longa deste estudo (38 meses), sendo menor apenas do que a que ocorreu em Olivedos, no período de outubro de 1981 a janeiro de 1985 (40 meses).

Tais resultados se aproximam aos obtidos por Moraes Neto et al. (2007), onde identificaram os anos de 1982/1983, 1997/1998 e de 1992/1993 como os que apresentaram as mais baixas precipitações em Sousa, Sumé e Picuí, na Paraíba. Os autores relatam também perdas significativas na produção agropecuária e na economia dos municípios durante esses eventos.

Tabela 15. Quantidade, período, duração, IPP médio e categoria de secas obtidas pelos IPPs de 12 e 24 meses para o município de Taperoá-PB.

Escala de 12 meses							
Quant.	Início	Fim	Duração (meses)	IPP médio	Categoria		
1	janeiro 1971	março 1971	3	- 1,52	Seca severa		
2	março 1984	janeiro 1985	11	- 1,53	Seca severa		
3	junho 1990	maio 1991	12	- 1,77	Seca severa		
4	fevereiro 1993	fevereiro 1994	13	- 2,03	Seca extrema		
5	abril 1998	julho 1999	16	-1,91	Seca severa		
Escala de 24 meses							
1	maio 1991	junho 1994	38	- 1,51	Seca severa		
2	setembro 1998	julho 2000	23	- 1,68	Seca severa		

Teixeira

O município de Teixeira apresentou a segunda menor quantidade de secas severas e extremas desta análise, totalizando vinte secas nas duas categorias (Figura 3).

Os resultados do IPP de 12 meses evidenciam três secas, duas severas (1970-1971 e 1982) e uma extrema (2012-2013). A seca de 2012-2013 foi a mais grave, teve duração de 19 meses, com IPP médio de - 2,10. A escala de 24 meses identificou duas secas, uma severa e uma extrema. A seca severa aconteceu entre maio de 1980 e fevereiro de 1981, teve duração de 10 meses, com IPP médio de - 1,76. A seca extrema iniciou em janeiro de 2013 e terminou em janeiro

de 2014, com duração de 13 meses e IPP médio de - 2,32. As secas na escala de 24 meses que ocorreram no município de Teixeira não foram tão longas quanto as dos outros municípios (Tabela 16).

Os resultados observados no município de Teixeira corroboram com os obtidos por Medeiros et al. (2020). Onde os mesmos, em uma análise da influência do El Niño e da La Niña sobre a variabilidade da precipitação no município de Patos, PB, identificaram que o ano de 2012 teve a menor precipitação registrada (199,1 mm) durante o período de estudo (1960-2019), isso representou uma redução de 73,75%, em relação ao valor esperado de precipitação.

Tabela 16. Quantidade, período, duração, IPP médio e categoria de secas obtidas pelos IPPs de 12 e 24 meses para o município de Teixeira-PB.

Escala de 12 meses						
Duração						
Quant.	Início	Fim	(meses)	IPP médio	Categoria	
1	abril 1970	fevereiro 1971	11	- 1,65	Seca severa	
2	abril 1982	maio 1982	2	- 1,57	Seca severa	
3	maio 2012	novembro 2013	19	- 2,10	Seca extrema	
Escala de 24 meses						
1	maio 1980	fevereiro 1981	10	- 1,76	Seca severa	
2	janeiro 2013	janeiro 2014	13	- 2,32	Seca extrema	

De fato, as secas mais intensas que foram identificadas são aquelas que a literatura faz algum relato. Por exemplo, alguns livros e artigos relatam àquelas ocorridas no Nordeste no século XX e XXI, onde ocorreram secas de grandes proporções em 1966, 1968-1969, 1970-1971, 1979-1984, 1991-1994, 1998-2000 e 2012-2014. Isso pode ser confirmado em Toni e Holanda Junior (2008) e Gutierrez et al. (2014).

Pela análise do IPP verificou-se que há correlação entre as secas severas e extremas e as TSMs do Pacífico. Comparando as secas identificadas em todos os 15 municípios com as TSMs do Pacífico, percebe-se que a maioria delas ocorreram em anos com desvios positivos das TSMs do Pacífico. As secas nos anos de 1980, 1982, 1983, 1986, 1987, 1991, 1992, 1993, 1994, 1997, 1998, 2002 e 2005 ocorreram em conjunto com os desvios positivos (Figura 4).

Isso acontece porque em anos de El Niño, quando as águas superficiais da Bacia do Pacífico, em torno do Equador, e sobre o lado Centro-Leste, estão mais aquecidas, toda a convecção equatorial também se desloca para o Leste, alterando, assim, o posicionamento da célula de Walker. De vido à continuidade da circulação atmosférica, o ar

quente sobre aquela região é empurrado, originando uma célula descendente sobre o Oceano Atlântico, próximo ao Nordeste do Brasil e à Amazônia oriental. Dependendo da intensidade dessa célula de circulação e de sua fase de ocorrência, pode haver inibição da formação de nuvens e consequentemente, deficiência das chuvas no Nordeste brasileiro (FUNCEME, 1997).

Uvo (1989) afirma que um ano com precipitações deficientes está ligado ao fato da zona de convergência intertropical (ZCIT) deslocar-se para posições mais ao Norte de sua posição normal durante o verão e o outono no Hemisfério Sul.

Marengo e Hastenrath (1993) e Marengo et al. (1993) também relacionaram o posicionamento da ZCIT no Atlântico Equatorial com a ocorrência do El Niño e mostraram que, durante anos de grande aquecimento das águas do Pacífico Equatorial Central, a ZCIT situa-se anormalmente ao Norte de sua posição climatológica sobre o Atlântico Tropical.

Marengo et al. (2013) e Nobre et al. (2016) observarm que durante as secas de 1982-83 e 1997-98, um El Niño e o Oceano Atlântico

Norte mais quente foram responsáveis por mudanças na circulação que reduziram as chuvas no Nordeste brasileiro.

Já outros anos de secas ocorreram durante desvios negativos, foram os seguintes: 1996, 1999, 2000, 2006, 2008 e 2012 (Figura 4). A explicação para o fato de algumas secas terem ocorrido durante desvios negativos é que no Semiárido a precipitação é também fortemente relacionada com as TSMs do Oceano Atlântico. Além disso, o El Niño explica apenas parte das secas e a relação seca-El Niño se limita a alguns eventos específicos. Moura e Shukla (1981)

mostraram que para alguns anos, os eventos de secas do NEB estão associados a um dipolo meridional de anomalias de temperatura da superfície do mar do Atlântico Tropical. A posição e intensidade da ZCIT são afetadas e, por sua vez, influencia a precipitação no NEB. Rodrigues e McPhaden (2014) afirmam que a seca em 2012 ocorreu devido a um evento de La Niña. Durante esse evento ocorreu o resfriamento concentrado no Pacífico Central e aquecimento das águas superficiais no Atlântico Norte, o que favoreceu a migração da ZCIT para o Norte.

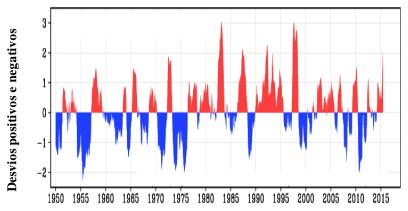


Figura 4. Índice multivariado do ENOS. Fonte: NOAA (2020).

Conclusões

Verificou-se que a maioria das secas que ocorreram na SBHRT se enquadram na categoria moderada, seguido por severa e extrema. Os municípios da sub-bacia tiveram diferentes quantidades de secas moderadas. Os maiores valores ocorreram no Leste, Sudoeste e Noroeste. A análise espacial da ocorrência de secas se veras evidenciou que os municípios da porção Norte e Leste apresentaram a maior quantidade. Já as porções que apresentaram mais secas extremas foram o Nordeste e o Sudoeste da sub-bacia.

A SBHRT foi atingida por secas severas e extremas durante todas as décadas analisadas, no entanto, o maior número delas ocorreu nas décadas de 1980, 1990, 2000 e 2010. A seca mais grave foi a de 1998-2000, seguido pela de 1979-1985. A seca de 2012-2014 não foi a mais grave porque a precipitação foi acima da ocorrida no período de 1998-2000 e 1979-1985, houve também maior investimento em ações de convivência com as secas e programas sociais implantados pelos governos.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Universidade Federal de Campina Grande pela bolsa de doutorado concedida ao primeiro autor.

Referências

Abubakar, I. U.; Yamusa, M. A. 2013. Recurrence of drought in Nigeria: causes, effects and mitigation. International Journal of Agriculture and Food Science Technology, vol. 4, num.3, pp. 169-180.

AESA. Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. 2019. Precipitações. Disponível em: http://www.aesa.pb.gov.br/trabalhosTecnicos/t rabalhos/. Acesso em: 23/07/19.

Basara, J. B.; Arndt, D. S.; Johnson, H. L.; Brotzge, J. G.; Crawford, K. C. 1998. An analysis of the drought of 1998 using the Oklahoma Mesonet. EOS Trans. AGU 79, 258.

Birtukan, A. 2014. The historical development of the early warning practices in Ethiopia since 1970s. Global Advanced Research Journal of social sciences, 3 (4), pp. 044-051.

Comenetz, J.; Caviedes, C. 2003. Climate Variability, Political Crises, and Historical

- Population Displacements in Ethiopia, Environmental Hazards, vol 4, pp. 113-127.
- Duarte, J. G. P.; Farias, A. A.; Sousa, F. A. S.; Souza, J. T. A.; Ramos, M. M. Q. 2018. Secas e Impactos na Agropecuária no Município de Campina Grande PB. Revista Brasileira de Meteorologia. v. 33, n. 2, 289-297. Disponível: http://doi.org/10.1590/0102-7786332008. Acesso: 20/06/2019.
- Farias, A. A.; Sousa, F. A. S.; Moraes Neto, J. M.; Alves, A. S. 2017. Secas e seus impactos no município de Boqueirão, PB, Brasil. Revista Ambiente & Água. vol. 12, n. 2, p.316-330. Disponível: http://doi.org/10.4136/ambiagua.2004. Acesso: 13/11/2018.
- Farias, A. A.; Sousa, F. A. S.; Souza, J. T. A.; Ferreira, T. C.; Moraes Neto, J. M. 2016. Monitoramento de secas em municípios do Agreste Paraibano. Revista Brasileira de Geografia Física, v.09, n.04, 1282-1291. Disponível: http://doi.org/10.26848/rbgf.v9.4.p1282-1291. Acesso: 07/04/2020.
- FUNCEME. Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. 1997. O Fenômeno El Niño- Oscilação Sul: Teorias, Observações e Previsões. Fortaleza, CE. n. 2,31 pág.
- Georgis, W. T. 1997. El Niño and Drought Early Warning in Ethiopia. Post Doctoral Research Fellow. National Center for Atmospheric Research, Boulder Colorado, USA. Disponível:http://www.academia.edu.html. Acesso: 07/04/2020.
- Gutierrez, A. P. A.; Engle, N. L.; Nys, E.; Molejon, C.; Martins, E. S. 2014. Drought preparedness in Brazil. Weather and Climate Extremes. v.1, n.2, p.108-123. Disponível: http://doi.org/10.1016/j.wace.2013.12.001. Acesso: 25/02/2019.
- Huang, J.; Xue, Y.; Sun, S.; Zhang, J. 2015. Spatial and temporal variability of drought during 1960-2012 in Inner Mongolia, north China. Quaternary International. vol. 355, p. 134-144. Disponível: http://dx.doi.org/10.1016/j.quaint.2014.10.036. Acesso: 05/07/2019.

- Illston, B. G.; Basara, J. B. 2003. Analysis of short-term droughts in Oklahoma. EOS Trans. AGU 84 (17), 157.
- Kang, H.; Sridhar, V. 2017. Combined statistical and spatially distributed hydrological model for evaluating future drought indices in Virginia. Journal of Hydrology: Regional. Studies, 12, pp. 253-272. Disponível: http://doi.org/10.1016/j.ejrh.2017.06.003. Acesso: 07/04/2020.
- Khatiwada, K. R.; Pandey, V. P. 2019. Characterization of hydro-meteorological drought in Nepal Himalaya: A case of Karnali River Basin. Weather and Climate Extremes, 26, 100239. Disponível: http://doi.org/10.1016/j.wace.2019.100239. Acesso: 06/04/2020.
- Korecha, K.; Barnston, A. G. 2007. Predictability of June to september rainfall in Ethiopia. Monthly Weather Review, 135. Disponível: http://doi.org/10.1175/MWR3304.1. Acesso: 08/04/2020.
- Lacerda, F. F.; Nobre, P.; Sobral, M. C.; Lopes, G. M. B.; Chou, S. C.; Assad, E. D.; Brito, E. 2015. Long-term temperature and rainfall trends over Northeast Brazil and Cape Verde. Earth Science and Climatic Science, volume 6, issue 8, pp. 1-8.
- Livada, I.; Assimakopoulos, V. D. 2007. Spatial and temporal analysis of drought in Greece using the Standardized Precipitation Index (SPI). Theoretical and Applied Climatology. vol.89, p.143-153. Disponível: http://doi.org/10.1007/s00704-005-0227-z. Acesso: 23/08/2019.
- Marengo, J. A.; Torres, R. R.; Alves, L. M. 2016. Drought in Northeast Brazil past, present, and future. Theoretical and Applied Climatology, volume 129, pp.1189–1200. Disponível: http://doi.org/10.1007/s00704-016-1840-8. Acesso: 07/04/2020.
- Marengo, J. A.; Alves, L. M.; Alvala, R. C. S.; Cunha, A. P. Brito, S.; Moraes, O. L. L. 2018. Climatic characteristics of the 2010-2016 drought in the semiarid Northeast Brazil region. Anais da Academia Brasileira de Ciências, v. 90, n. 2, p. 1973-1985. Disponível:

- http://doi.org/10.1590/0001-3765201720170206. Acesso: 20/01/2020.
- Marengo, J. A.; Alves L. M.; Soares, W. R.; Rodriguez, D. A.; Camargo, H.; Riveros, M. P.; Pablo, A. D. 2013. Two Contrasting Severe Seasonal Extremes in Tropical South America in 2012: Flood in Amazonia and Drought in Northeast Brazil. Journal of Climate, 26(22): 9137-9154. Disponível: http://doi.org/10.1175/JCLI-D-12-00642.1. Acesso: 09/04/2020.
- Marengo, J. A.; Hastenrath, S. 1993. Case studies of extreme climatic events in the amazon basin. Journal of Climate, v.6, n.4, p.617-627.
- Marengo, J. A.; Druyan, L.; Hastenrath, S. 1993. Observacional and modeling studies of Amazonia interanual climate variability. Climate Change, 23 (3): 267-286.
- Mckee, T. B.; Doesken, N. J.; Kleist, J. 1993. The relationship of drought frequency and duration of time scales. Eighth Conference on Applied Climatology. American Meteorological Society. Jan. 17-22, Anaheim, CA, p.179-186.
- Medeiros, S. A.; Nóbrega, R. A.; Moraes Neto, J. M.; Barreto, A. B.; Vasconcelos, G. N.; Diniz, R. R. S. 2020. Investigação da Influência do El Niño e da La Niña Sobre a Variabilidade da Precipitação na Cidade de Patos, Paraíba. Revista Brasileira de Geografia Física, v.13, n.01, 336-349. Disponível: http://doi.org/10.26848/rbgf.v13.1.p336-349. Acesso: 08/04/2020.
- Mera, G. A. 2018. Drought and its impacts in Ethiopia. Weather and Climate Extremes, vol. 22, p. 24-35. Disponível: http://doi.org/10.1016/j.wace.2018.10.002. Acesso: 08/04/2020.
- Mohammadi, H.; Abasi, M.; Bazrafshan, J. 2017. Drought Monitoring in Chaharmahl-Bakhtiyari Province in Iran. Revista Brasileira de Meteorologia, v. 32, n. 4, 615-621. Disponível: http://dx.doi.org/10.1590/0102-7786324009. Acesso: 05/04/2020.
- Moraes Neto, J. M.; Barbosa, M. P.; Araújo, A. E. 2007. Efeito dos eventos ENOS e das TSM na variação pluviométrica do Semiárido paraibano. Revista Brasileira de Engenharia

- Agrícola e Ambiental, vol.11, n.1, Campina Grande-PB.
- Moura, A. D.; Shukla, J. 1981. On the dynamics of droughts in Northeast Brazil: observations, theory and numerical experiment with a general circulation model. Jornal Atmosfere Science. v. 38, n.12, p. 2653-2675.
- NOAA. National Oceanic and Atmospheric Administration. 2020. Earth System Research Laboratory. Disponível em: http://www.esrl.noaa.gov/psd/enso/mei/#data. Acesso em: 06 de maio de 2020.
- Nobre, C. A.; Marengo, J. A.; Seluchi, M. E.; Cuartas, L. A.; Alves, L. M.; 2016. Some Characteristics and Impacts of the Drought and Water Crisis in Southeastern Brazil during 2014 and 2015. Journal of Water Resource and Protection, 8, 252-262. Disponível: http://dx.doi.org/10.4236/jwarp.2016.82022. Acesso: 09/04/2020.
- Oliveira, P. T.; Silva, C. M. S.; Lima, K. C. 2016. Climatology and trend analysis of extreme precipitation in subregions of Northeast Brazil. Theoretical and Applied Climatology, 130 (1–2), pp. 77-90.Disponível: http://doi.org/10.1007/s00704-016-1865-z. Acesso: 07/04/2020.
- Rodrigues, R. R.; Haarsma, R. J.; Campos, E. J. D.; Ambrizzi, T. 2011. The impacts of inter-El Nino variability on the Tropical Atlantic and Northeast Brazil climate. Journal of Climate, 24: 3402-3422. Disponível: http://doi.org/10.1175/2011JCLI3983.1. Acesso: 07/04/2020.
- Rodrigues, R. R.; Mcphaden, M. J. 2014. Why did the 2011-2012 La Niña cause a severe drought in the Brazilian Northeast? Geophysical Reserach Letters, 4:1012-1018. Disponível: http://doi.org/10.1002/2013GL058703. Acesso: 07/04/2020.
- Sena, J. P. O.; Moraes Neto, J. M.; Lucena, D. B. 2019. Variabilidade da precipitação em Sumé e São João do Cariri e suas consequências na agropecuária. Revista Brasileira de Climatologia, ano 15, vol. 25. Disponível: http://dx.doi.org/10.5380/abclima.v25i0. Acesso:06/04/2020.

- Sirdas, S.; Sen, Z. 2003. Spatio-temporal drought analysis in the Trakya region, Turkey. Hydrological Sciences Journal. v. 48, n. 5, p. 809-820. Disponível: http://doi.org/10.1623/hysj.48.5.809.51458. Acesso: 23/11/2018.
- Sousa, F. A. S.; Macedo, M. J. H.; Guedes, R. V. S.; Silva, V. P. R. 2016. O Índice de precipitação padronizada (IPP) na identificação de extremos de chuvas e secas na bacia do Rio Paraguaçu (BA). Ambiência, Guarapuava (PR), v.12, n.2, p.707 719. Disponível: http://doi.org/10.5935/ambiencia.2016.02.14. Acesso: 08/04/2020.
- Teixeira, C. F. A.; Damé, R. C. F.; Bacelar, L. C. S.; Silva, G. M.; Couto, R. S. 2013. Intensidade da seca utilizando índices de precipitação. Revista Ambiente & Água. vol. 8, n. 3, p. 203-213. Disponível: http://doi.org/10.4136/ambi-agua.1245. Acesso: 09/09/2018.
- Tesfamariam, B. G.; Gessesse, B.; Melgani, F. 2019. Characterizing the spatiotemporal distribution of meteorological drought as a response to climate variability: The case of rift valley lakes basin of Ethiopia. Weather and Climate Extremes, 26, 100237. Disponível: http://doi.org/10.1016/j.wace.2019.100237. Acesso: 05/04/2020.
- Thilakarathne, M.; Sridhar, V. 2017. Characterization of future drought conditions in the Lower Mekong Basin. Weather Climate Extremes, 17, pp. 47-58. Disponível: http://doi.org/10.1016/j.wace.2017.07.004. Acesso: 07/04/2020.
- Toni, F.; Holanda Junior, E. 2008. The effects of land tenure on vulnerability to droughts in Northeastern Brazil. Global Environmental

- Change. v.18, n.4, p.575-582. Disponível: http://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2008.08.004 . Acesso: 05/10/2018.
- Uvo, C. B. 1989. A Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) e sua relação com a precipitação na Região Norte do Nordeste Brasileiro. 99 f. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) – INPE, São José dos Campos.
- Vergni, L.; Todisco, F. 2011. Spatio-temporal variability of precipitation, temperature and agricultural drought indices in Central Italy. Agricultural and Forest Meteorology. vol. 151, p. 301-313. Disponível: http://doi.org/10.1016/j.agrformet.2010.11.00. Acesso: 19/08/2019.
- Wilhite, D. A.; Svoboda, M. D.; Hayes, M. J. 2007. Understanding the complex impacts of drought: A key to improving drought mitigation and preparedness. Water Resources Management. vol. 21 (5), p. 763-774. Disponível: http://doi.org/10.1007/s11269-006-9076-5. Acesso: 16/10/2018.
- Xu, K.; Yang, D.; Yang, H.; Li, Z.; Qin, Y.; Shen, Y. 2014. Spatio-temporal variation of drought in China during 1961–2012: A climatic perspective. Journal of Hydrology. vol. 517, p.458-470.Disponível: http://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2014.09.047. Acesso: 13/10/2018.
- Zou, L.; Xia, J.; She, D. 2017. Drought characteristic analysis based on an improved PDSI in the wei River basin of China. Water, 9 (3), p. 178. Disponível: http://doi.org/10.3390/w9030178. Acesso: 07/04/2020.