

Análise da precipitação pluviométrica no município de Castelo do Piauí, Nordeste do Brasil

Francílio de Amorim dos Santos
IFPI

Cláudia Maria Sabóia de Aquino
UFPI

p. 619-633

Como citar este artigo:

SANTOS, F. A.; AQUINO, C. M. S. Análise da precipitação pluviométrica no município de Castelo do Piauí, Nordeste do Brasil. **Geosp – Espaço e Tempo** (Online), v. 21, n. 2, p. 619-633, agosto. 2017. ISSN 2179-0892.

Disponível em: < <http://www.revistas.usp.br/geosp/article/view/123154>>. doi: 10.11606/issn.2179-0892.geosp.2017.123154.



Este artigo está licenciado sob a Creative Commons Attribution 4.0 License.

revista

Geo 
USP
espaço e tempo

Volume 21 • nº 2 (2017)

ISSN 2179-0892

Análise da precipitação pluviométrica no município de Castelo do Piauí, Nordeste do Brasil

Resumo

Esta pesquisa analisa a precipitação pluviométrica no município de Castelo do Piauí, localizado no Nordeste do Brasil, por meio de estatística descritiva e do índice de anomalia da chuva (IAC). A partir de uma série histórica anual de 39 anos (1963 a 2001), identificou-se uma média histórica de 1.006,3 mm para o município, tendo 1983 e 1985 sido considerados, respectivamente, o menos e o mais chuvoso. A estação chuvosa concentra-se nos meses de janeiro a abril, sendo março o mais chuvoso, e agosto o menos chuvoso. Foram encontrados valores de variabilidade pluviométrica superiores a 40% para todos os meses e distribuição assimétrica positiva. O IAC permitiu estabelecer os seguintes anos secos e chuvosos: 1963, 1964 e 1989 (muito chuvosos); 1974 e 1985 (extremamente chuvosos); 1976, 1981, 1992, 1993, 1998 e 2001 (muito secos); 1983 e 1990 (extremamente secos). Em suma, o presente estudo constatou o predomínio de anos secos a extremamente secos na área estudada, com índice de 53,8%.

Palavras-chave: Precipitação. Estatística descritiva. Índice de anomalia da chuva. Anomalia. Fenômenos atmosféricos e oceânicos.

Analysis of rainfall in the municipality of Castelo do Piauí, Northeast Brazil

Abstract

The objective of this research was to analyze rainfall in the municipality of Castelo do Piauí, located in the Northeast of Brazil, based on descriptive statistics and the Rainfall Anomaly Index (RAI). From an historical series of 39 years (1963 to 2001), a historical average of 1006.3 mm was identified for this municipality, whereas the years 1985 and 1983 were considered the most and least rainy, respectively. The rainy season is concentrated in the months of January to April, with March being the wettest and August being the least rainy. Rainfall variability values were higher than 40% for all months and asymmetric positive distribution. The RAI allowed to establish the following dry and rainy years: 1963, 1964 and 1989 (very rainy); 1974 and 1985 (extremely rainy); 1976, 1981, 1992, 1993, 1998

and 2001 (very dry); 1983 and 1990 (extremely dry). In summary, the present study found a predominance of dry to extremely dry years in the studied area, with 53.8%.

Keywords: Precipitation. Descriptive statistics. Anomaly Rain Index. Anomaly. Atmospheric and Ocean Phenomena.

Introdução

O conhecimento dos constituintes da paisagem é de fundamental para o planejamento das atividades humanas. Nesse contexto, destaca-se a importância do conhecimento das variações da precipitação pluviométrica, em especial no Nordeste do Brasil (NEB), região marcada pela irregularidade espaço-temporal das chuvas, (estas concentradas em curto período de tempo), com elevados valores de temperaturas e de evapotranspiração.

Nesse viés, enfatiza-se a importância/relevância da execução do presente estudo, tanto em vias gerais, para ampliação do conhecimento acerca da climatologia, como para o conhecimento sobre o clima local, que ainda carece de muitos estudos. Cita-se, ainda, que pesquisas que utilizam índices voltados ao conhecimento dos condicionantes climáticos, notadamente das precipitações pluviométricas, são essenciais ao planejamento de políticas públicas para convivência com as condições semiáridas.

O trabalho buscou realizar levantamento de dados de precipitações de 4 (quatro) postos pluviométricos no *site* da Agência Nacional de Águas (ANA), considerando uma série histórica de 39 anos (1963 a 2001). De posse desses dados, procedeu-se à aplicação do IAC, proposto por Rooy (1965) e adaptado para o NEB por Freitas (2004, 2005). O referido índice possibilita identificar e analisar os anos secos e chuvosos extremos a partir de técnica estatística simples.

Diversos índices têm sido utilizados em estudos voltados ao conhecimento das anomalias das precipitações pluviométricas, vislumbrando identificar anos secos e chuvosos no NEB. Entre esses estudos, alguns serão destacados a seguir.

Araújo e outros (2007) empreenderam estudo para analisar a climatologia da bacia do rio Paraíba. Estudaram como a variabilidade climática influencia a precipitação local e como se dá a variabilidade espaço-temporal das chuvas na região, utilizando para isso o IAC. Os dados apontaram semelhanças entre as regiões do Taperoá e Alto Paraíba. Na primeira região observaram anos secos consecutivos até a década de 1960. Na região do Alto Paraíba constataram período seco entre as décadas de 1950 a 1960.

Assis e outros (2013) analisaram como a variabilidade climática influencia a precipitação na bacia do rio Pajeú (PE) e como ocorre a variabilidade espaço-temporal das chuvas na região, utilizando o IAC. Os dados encontrados apontam que até a década de 1980 prevaleceram anos úmidos, ao passo que nas **décadas** de 1990 a 2000 ocorreram oito anos secos, quatro deles foram classificados como sendo muito secos a extremamente secos.

Assis, Souza e Sobral (2015) analisaram a variabilidade espaço-temporal da precipitação climática e caracterizaram os períodos secos e úmidos no trecho Submédio da bacia hidrográfica do rio São Francisco. A análise baseou-se no IAC. Os dados permitiram inferir até a

década de 1980 anomalias positivas com maior intensidade, já entre 1990 e 2000 ocorreram apenas anos secos, evidenciando anomalias negativas. Os autores destacam que o ano 1985 foi o mais chuvoso da série histórica (1964 a 2014), posto que tenha ocorrido um evento La Niña de intensidade fraca. Por outro lado, o ano 1993 foi considerado o mais seco da série histórica, devido à atuação do fenômeno *El Niño* de intensidade forte.

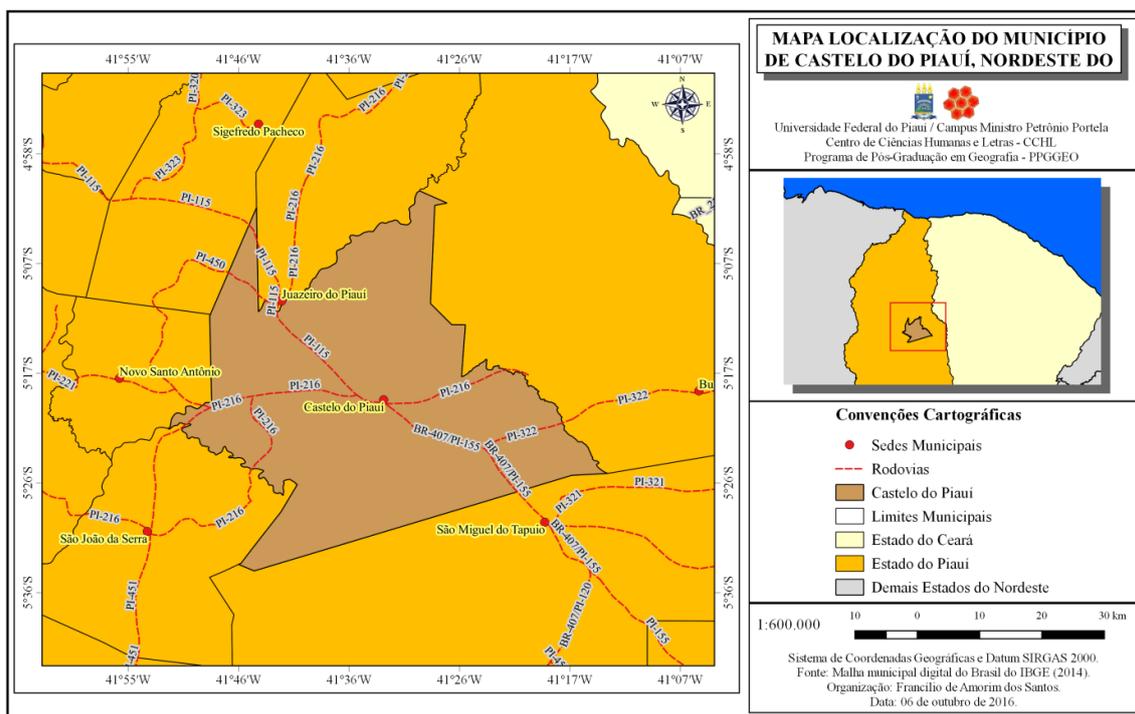
Considerando a afirmativa inicial acerca da importância do conhecimento dos elementos da paisagem, notadamente o clima, posto que o mesmo interfira diretamente nas atividades humanas, o presente estudo propôs-se a realizar análise da precipitação pluviométrica no município de Castelo do Piauí, localizado no NEB, a partir de estatística descritiva e do IAC.

Materiais e métodos

Localização da área em estudo

O município de Castelo do Piauí localiza-se no Território de Desenvolvimento dos Carnaubais - AGM (Piauí, 2006). O referido município tem 2237,08 km² e sua sede localiza-se nas coordenadas geográficas 05°19'19"S e 41°33'10"O (Figura 1), como atestam Aguiar e Gomes (2004).

Figura 1 – Localização do município de Castelo do Piauí



fonte: IBGE (2014).

O município de Castelo do Piauí, inicialmente, denominado Marvão, foi elevado à categoria de município e distrito pela carta régia de 19 de junho de 1761, ao ser desmembrado do município de Campo Maior. Posteriormente, por meio do Decreto Estadual n. 20 (Piauí, 1890), o então município de Marvão passou a denominar-se Castelo. Esse, atualmente, tem uma população estimada em 19.410 habitantes (IBGE, [s.d.]).

O NEB é marcado por uma grande variabilidade espaço-temporal das precipitações pluviométricas, particularmente totais de precipitação concentrados em quatro a cinco meses do ano e, por outro lado, sete a oito meses secos. Tal fato deve-se a atuação de diversos sistemas atmosféricos na região, que serão mais bem detalhados abaixo, cujo foco será mantido naqueles elementos que influenciam o clima do setor Norte do NEB, pois é a área onde se localiza o município de Castelo do Piauí.

O principal sistema atmosférico atuante na área é a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), pois se configura como determinante na abundância ou deficiência de chuvas na região (Ferreira; Mello, 2005), atingindo os estados do Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco (Zanella, 2014). De acordo com Molion e Bernardo (2000), a ZCIT responde pela ocorrência das chuvas de fevereiro a maio, bem como anos de seca, devido seu bloqueio ao norte, que a deixa debaixo de uma região de subsidência e inibe as precipitações.

Outro importante elemento produtor de chuvas no Norte do Nordeste (NNE) está relacionado às Perturbações Ondulatórias nos Alísios (POAs), que se originam devido ao gradiente térmico gerado a partir do aquecimento e resfriamento oceânico e continental aliados à convergência dos ventos da região Sul. As POAs propagam-se para Oeste e, ao confluírem com a brisa terrestre, intensificam-se e causam totais pluviométricos superiores a 100 mm por dia e rajadas de vento superiores a 50 km/h quando adentram ao continente, atingindo seus maiores valores no mês de março (Molion; Bernardo, 2000).

No Nordeste atuam, também, as Linhas de Instabilidade (LIs), que se configuram como uma banda de nuvens causadoras de chuvas, geralmente, do tipo *cumulus*, que ao atingir um número maior à tarde e início da noite causam chuvas, principalmente, nos meses de fevereiro e março, devido sua proximidade com a ZCIT (Ferreira; Mello, 2005).

Associados a esses sistemas, atuam fenômenos oceânicos de considerável importância para a ocorrência ou ausência de chuvas no NNE. O primeiro deles é o fenômeno El Niño, que, de acordo com Diniz, Santos e Santos (2008), relaciona-se à presença de águas quentes próximas à costa Norte do Peru e, segundo Zanella (2014), sua presença gera o aquecimento das águas do Pacífico e desloca toda a convecção para Leste, alterando o posicionamento da célula de Walker e inibindo a formação de nuvens, com redução das chuvas no setor Setentrional do NEB. Por outro lado, o *La Niña*, que resulta do resfriamento anômalo das águas do Oceano Pacífico, provoca muitas chuvas, principalmente no NEB (Diniz; Santos; Santos, 2008).

Um importante fator causador ou não de chuvas no NEB, aliado a ocorrência de El Niño ou La Niña, são as anomalias positivas e negativas da Temperatura da Superfície do Mar (TSM) nas bacias dos Oceanos Atlântico e Pacífico, que possivelmente vem a ser um dos principais fatores determinantes da intensidade e posição da ZCIT. Logo, dependendo da intensidade e do período do ano em que ocorra o fenômeno El Niño, a TSM é um dos responsáveis por anos secos ou muito secos, principalmente quando acontece conjuntamente com o dipolo positivo do Atlântico, que é desfavorável às chuvas. Enquanto o fenômeno La Niña associado ao dipolo negativo do Atlântico é, geralmente, responsável por anos considerados normais, chuvosos ou muito chuvosos no NEB (Ferreira; Mello, 2005).

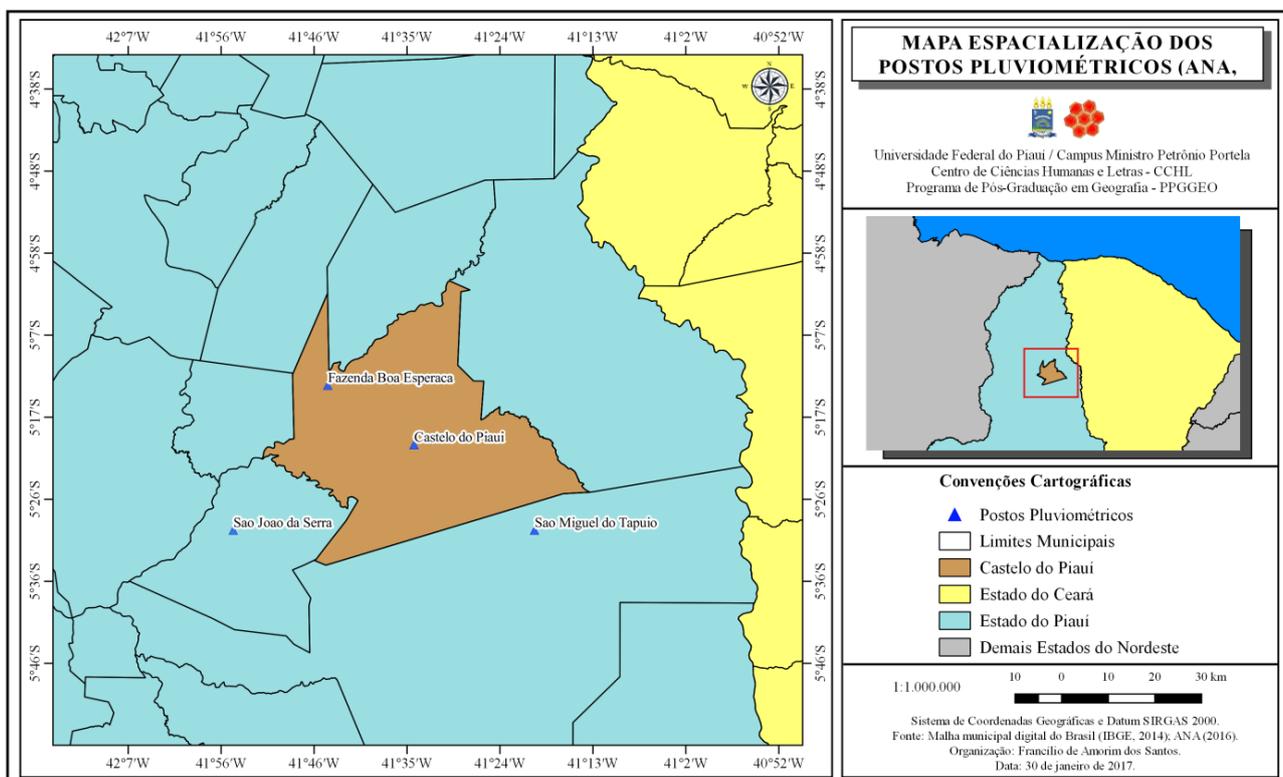
Procedimentos metodológicos

Inicialmente, realizou-se um levantamento do número de postos pluviométricos a ser utilizado no estudo, junto ao *site* da ANA. Posteriormente, foram adquiridos os dados de precipitações das séries históricas (1963 a 2001) de 4 (quatro) postos pluviométricos da ANA, como espacializado na Figura 2.

Ressalta-se que o uso de apenas 4 (quatro) postos pluviométricos, sendo 2 (dois) situados dentro dos limites e 2 (dois) fora da área em estudo para a realização deste trabalho, resulta da carência generalizada de dados em diversos estados brasileiros, particularmente no estado do Piauí e especificamente para o município de Castelo do Piauí. O emprego de apenas 4 (postos) postos pluviométricos apoia-se em Almeida, Freitas e Silva (2013), que utilizaram 4 (quatro) postos pluviométricos para análise estatística e tendência das precipitações no município de Caruaru-PE; e em Silva, Paiva e Santos (2015), que utilizaram apenas 1 (um) posto para análise estatística e tendência das precipitações no município de Caruaru-PE.

Em seguida utilizou-se procedimento para correção das falhas da série histórica (1963 a 2001) dos postos pluviométricos da ANA via pacote de programas Usuais, desenvolvido por Oliveira e Sales (2016). As correções das falhas foram realizadas por meio da técnica de Ponderação Regional proposta por Tucci (1993).

Figura 2 – Espacialização dos postos pluviométricos utilizados para análise da precipitação no município de Castelo do Piauí



fonte: ANA ([s.d.]).

Posteriormente, os dados foram tabulados em planilhas eletrônicas e organizados de modo que fosse possível obter a mediana e o total de precipitação pluviométrica anual para cada posto. Na sequência, foi aplicado aos dados o IAC, por meio das Equações 1 e 2, conforme proposta metodológica de Rooy (1965) e adaptada para o NEB por Freitas (2004, 2005).

$$IAC = 3 \left[\frac{(N - \bar{N})}{(\bar{M} - \bar{N})} \right], \text{ para anomalias positivas} \quad \text{eq [1]}$$

$$IAC = -3 \left[\frac{(N - \bar{N})}{(\bar{X} - N)} \right], \text{ para anomalias negativas} \quad \text{eq [2]}$$

Onde:

N = precipitação anual (mm)

\bar{N} = precipitação média anual de série histórica (mm)

\bar{M} = média das 10 maiores precipitações anuais da série histórica (mm)

\bar{X} = média das 10 menores precipitações anuais da série histórica (mm)

Deve-se ressaltar que o IAC vem sendo aplicado e tem apresentado resultados satisfatórios, principalmente em pesquisas desenvolvidas no NEB, para caracterização de períodos extremos secos e chuvosos, bem como propicia a criação de um banco de dados referentes à intensidade espaço-temporal desses eventos.

Desse modo, por meio das referidas Equações foi possível identificar a intensidade dos extremos de anos secos e chuvosos para a área de estudo. Ressalta-se que foram consideradas anomalias positivas aquelas situadas acima da média histórica e as anomalias negativas aquelas localizadas abaixo da média histórica. Os anos secos e chuvosos extremos foram classificados em 6 (seis) categorias (Tabela 1).

Tabela 1 – Classes de Intensidade dos anos secos e chuvosos extremos do município de Castelo do Piauí, conforme IAC

faixa do IAC	categorias de intensidade
acima de 4	extremamente chuvoso (EC)
2 a 4	muito chuvoso (MC)
0 a 2	chuvoso (C)
0 a -2	seco (S)
-2 a -4	muito seco (MS)
abaixo de -4	extremamente seco (ES)

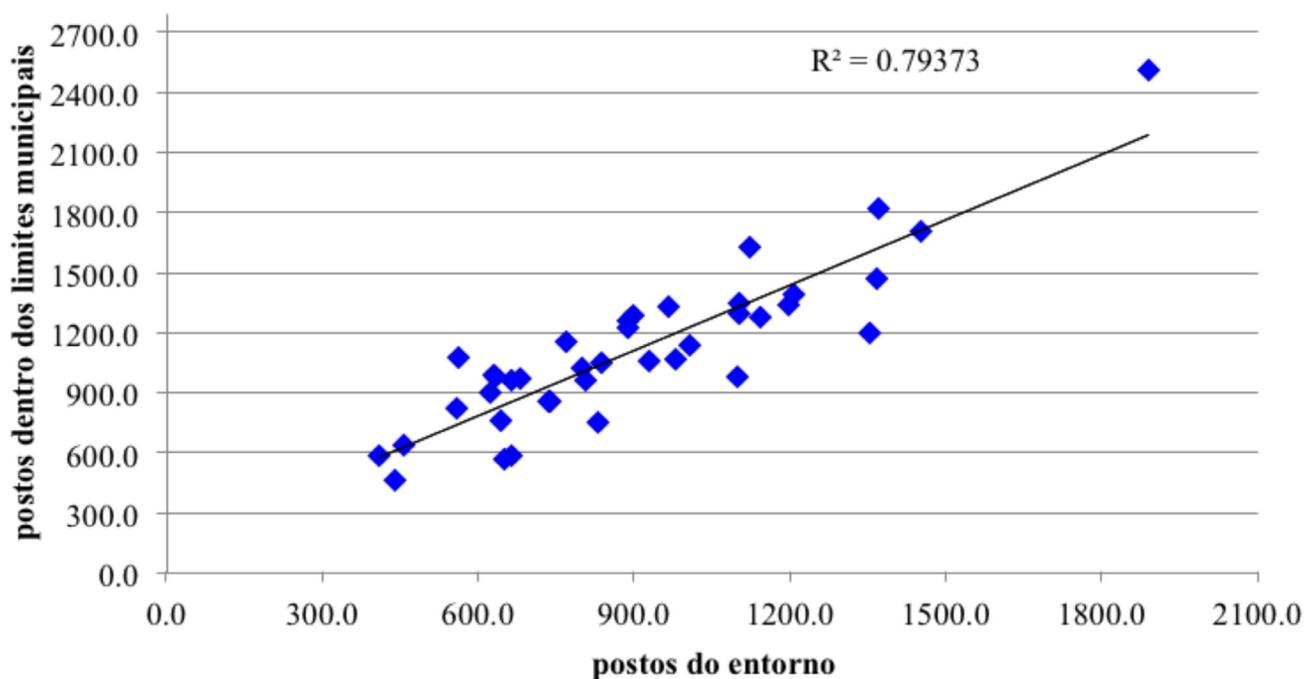
fonte: Freitas (2004, 2005).

Resultados e discussão

Análise da estatística descritiva das precipitações

Inicialmente, procedeu-se ao processo de correlação dos dados de precipitação média mensal dos 2 (dois) postos pluviométricos situados dentro dos limites do município de Castelo do Piauí com aqueles 2 (dois) localizados no entorno, conforme é apresentado na Figura 3. Desse modo, foi possível observar que os dados dos dois postos inseridos dentro e no entorno do município estudado apresentaram boa correlação.

Figura 3 – Correlação dos dados de precipitação pluviométrica média anual dos postos pluviométricos inseridos dentro e fora dos limites do município de Castelo do Piauí, no período de 1963 a 2001



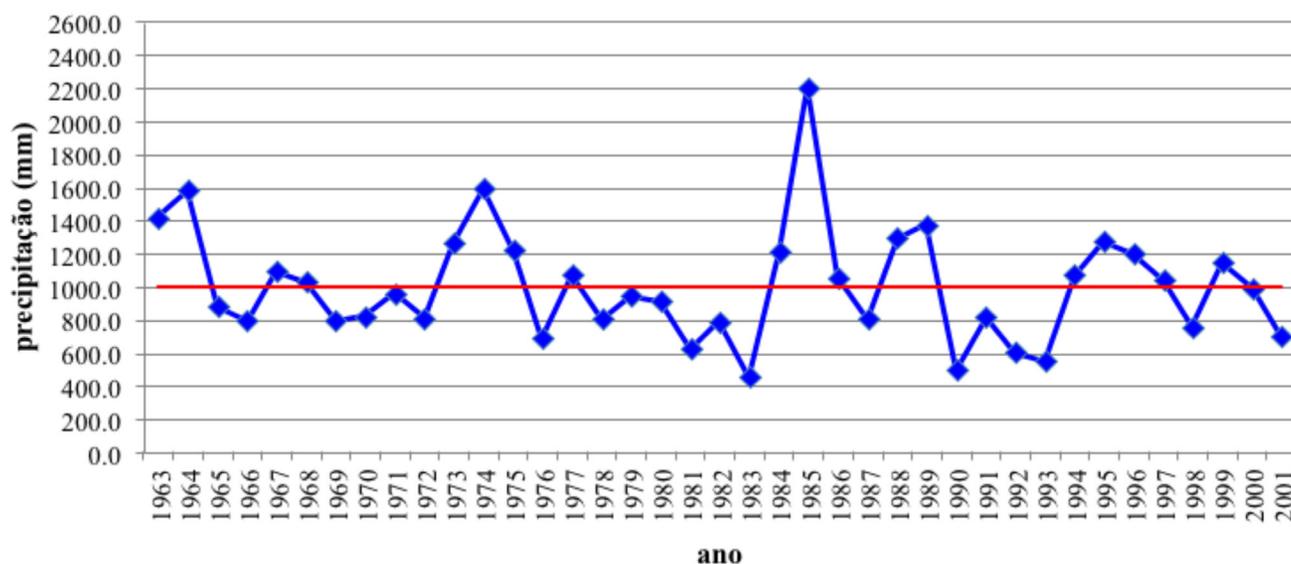
fonte: Os autores (2017).

A Figura 4 apresenta a distribuição média anual das precipitações pluviométricas para o município de Castelo do Piauí, entre o período de 1963 a 2001, com média histórica de 1006,3 mm para o referido período. Destaca-se que o ano mais chuvoso da série foi 1985, com 2205,1 mm e o mais seco foi 1983, com 454,0 mm anuais. Pode-se observar que entre os anos 1980 e 1990, além de 1983, ocorreram também mais 3 (três) anos com precipitações abaixo de 800 mm, consideradas típicas do semiárido, quais sejam: 1981, com 627,1 mm; 1982, com 791,2 mm; e 1990, com 500,4 mm anuais.

A Tabela 2 apresenta a estatística descritiva realizada para os dados de precipitação pluviométrica referente aos dois postos pluviométricos, no período de 1963 a 2001. Os dados permitem afirmar que o mês com maior volume de precipitação é março com média de 258,3 mm, com mínimo de 81,2 e máximo de 504,1 mm, seguido do mês de abril com 240,1 mm, mínima de 12,9 e máximo de 497,5 mm; ao passo que o mês menos chuvoso foi agosto com 2,8 mm

e 3,8 mm o mês de setembro foi o segundo menos chuvoso. É possível também observar que todos os valores médios foram superiores aos valores da mediana, logo apresentou distribuição assimétrica positiva, com grande parte dos dados abaixo da média.

Figura 4 – Variação interanual da precipitação média anual para o município de Castelo do Piauí, no período 1963 a 2001 (= 1006,3 mm)



fonte: Os autores (2017).

Cita-se, ainda, que os meses que apresentaram maior desvio padrão foram abril e março, pelo fato de serem os meses mais chuvosos. Pois de acordo com Ferreira e Mello (2005), é o período em que se intensificam os ventos alísios de Nordeste, ao passo que as águas do Atlântico Norte estão mais frias que o normal. Por outro lado, se as águas do Atlântico Sul estiverem mais aquecidas que o normal, o Sistema de Alta Pressão desse oceano e os ventos alísios de sudeste enfraquecem, favorecendo o deslocamento da ZCIT para posições mais ao sul da linha do Equador. Tal fato possibilita a ocorrência de anos normais, chuvosos ou muito chuvosos no setor Norte do NEB.

Ainda, em relação à Tabela 2, pode-se perceber que o coeficiente de variação (Cv), apresentou variações superiores a 40% em todos os meses, resultado da alta variabilidade dos totais pluviométricos no município de Castelo do Piauí, ao longo do ano. Como mencionado, anteriormente, os dados possibilitam afirmar que todos os meses apresentaram distribuição assimétrica positiva, pois os valores médios são superiores aos da mediana, quando analisado o coeficiente de simetria (Cs).

Pode-se observar que o coeficiente de curtose (Ck) que faz referência à distribuição de frequências, geralmente unimodal, em relação aos de uma distribuição normal (de Gauss) que é tomada com o padrão, apresentaram-se negativos para os meses de março, abril e maio, indicando assim uma distribuição de frequência com curva mais fechada, ou seja, leptocúrtica. Por outro lado, os demais meses dos postos pluviométricos apresentaram Ck positivo, configurando uma distribuição platicúrtica, isto é, indicando curva de frequência mais aberta.

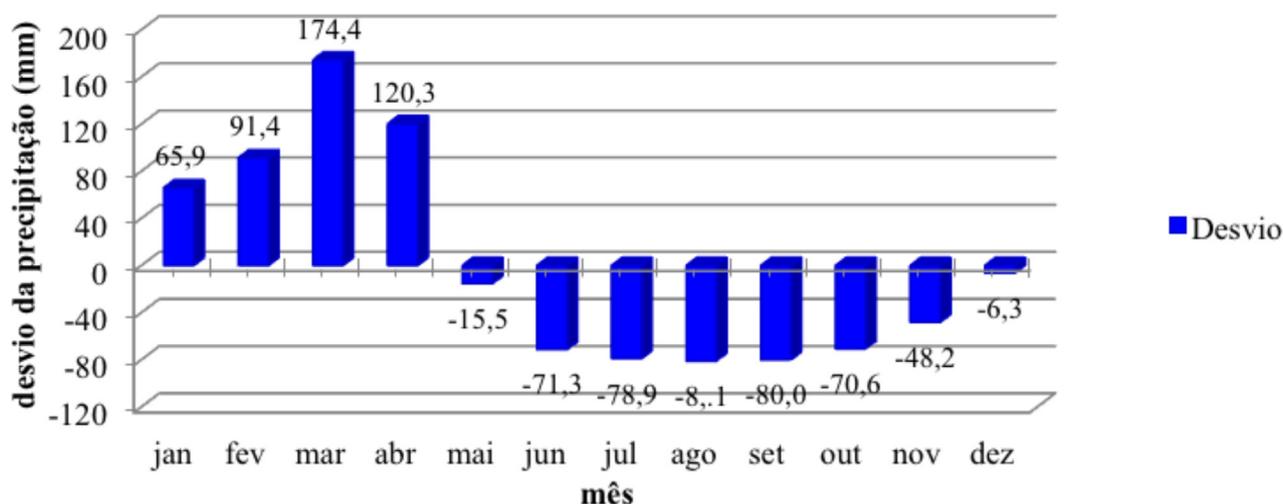
Tabela 2 – Parâmetros estatísticos da precipitação média mensal (mm) dos Postos Pluviométricos utilizados para análise do município de Castelo do Piauí

mês	n	média	mínimo	máximo	mediana	desvio padrão	coeficientes		
							Cv	Cs	Ck
jan.	39	149,8	1,5	423,7	147,1	78,5	52,4%	1,2	2,9
fev.	39	175,2	19,8	395,0	166,2	87,5	50,0%	0,5	0,1
mar.	39	258,3	81,2	504,1	242,9	115,8	44,8%	0,4	-0,7
abr.	39	204,1	12,9	497,5	168,5	130,3	63,8%	0,7	-0,4
maio	39	68,4	2,0	205,0	35,9	61,5	89,9%	0,7	-0,9
jun.	39	12,6	0,0	67,4	5,4	17,1	136,0%	1,7	2,3
jul.	39	4,9	0,0	46,7	1,3	9,1	184,5%	3,2	11,9
ago.	39	2,8	0,0	18,4	0,7	4,6	163,8%	2,3	5,1
set.	39	3,8	0,0	23,6	2,7	4,8	126,1%	2,2	6,4
out.	39	13,2	0,0	55,1	9,0	13,4	101,1%	1,3	1,6
nov.	39	35,6	2,1	114,3	33,1	24,8	69,6%	1,0	1,4
dez.	39	77,5	4,2	320,1	55,0	73,2	94,4%	2,0	3,9

legenda: Cv = coeficiente de variação; Cs = coeficiente de simetria; Ck = coeficiente de curtose.
 fonte: Os autores (2017).

Tomando-se como base a média histórica de 1006,3 mm, pode-se determinar o período chuvoso e seco no município de Castelo do Piauí. Nesse sentido, a partir da diferença entre a média histórica e o valor das precipitações acumuladas em cada mês foi possível elaborar a Figura 5. Essa permite constatar que as precipitações pluviométricas em Castelo do Piauí concentram-se em quatro meses do ano, a saber: janeiro, fevereiro, março e abril, sendo que março figura como o mês mais chuvoso. Tal fato foi constatado via estatística descritiva, por meio da média e da mediana.

Figura 5 – Desvio da precipitação média mensal no município de Castelo do Piauí, período de 1963 a 2001



fonte: Os autores (2017).

Análise do índice de anomalia da chuva (IAC)

O IAC foi utilizado para mensurar os anos secos e chuvosos no município de Castelo do Piauí, considerando o período de 1963 a 2001 (Figura 6), e anos em que ocorreram os fenômenos El Niño, La Niña e fases positivas, negativas e neutras do Dipolo do Atlântico (Quadro 1). Nesse contexto, é possível destacar: (i) os anos 1963 (IAC de 2,83), 1964 (IAC de 3,94) e 1989 (IAC de 2,53) como sendo muito chuvosos, este último tendo sido influenciado pelo fenômeno La Niña moderada (NOAA, [s.d.]) e pela fase negativa do Dipolo do Atlântico (Monteiro, 2011; Nóbrega; Santiago; Soares, 2016); (ii) os anos 1974 (IAC de 4,01) e 1985 (IAC de 8,17) ambos considerados extremamente chuvosos, resultado do efeito de eventos de La Niña forte e La Niña moderada, como atestam os dados do National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA, [s.d.]), além do Dipolo Negativo, conforme estudos de Monteiro (2011) e Nóbrega, Santiago e Soares (2016), que favoreceu o deslocamento da ZCIT para posição mais ao sul do Equador.

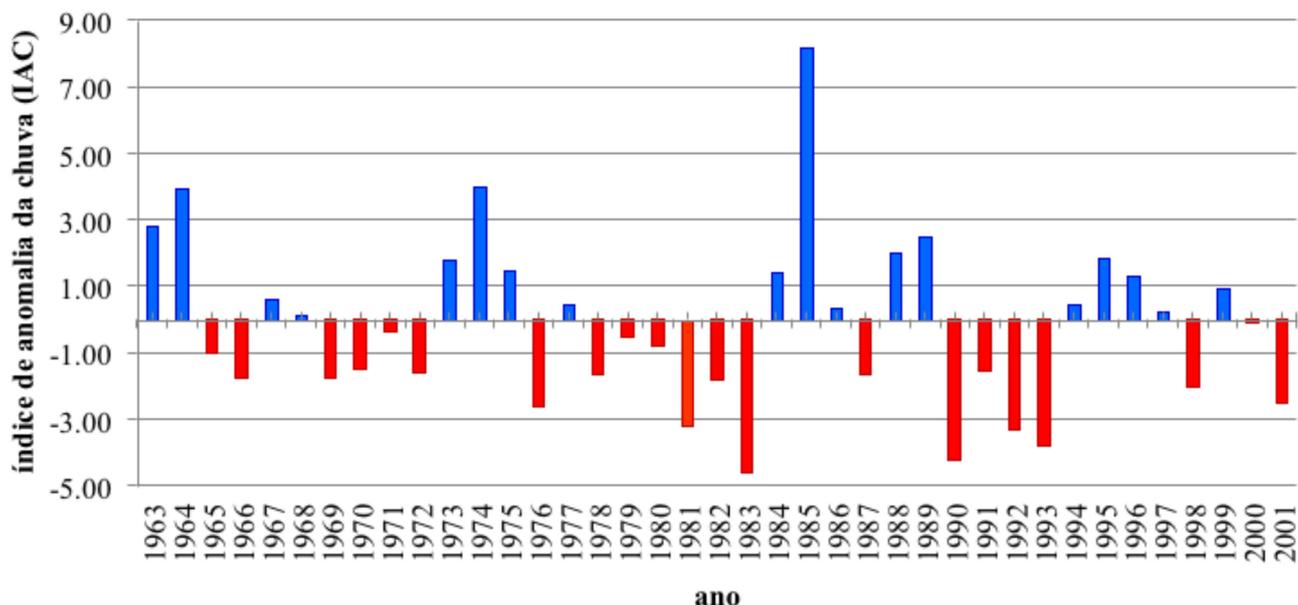
Ainda, em observação a Figura 6, pode-se constatar que os anos 1976 (IAC de -2,63), 1981 (IAC de -3,18), 1992 (IAC de -3,33), 1993 (IAC de -3,83), 1998 (IAC de -2,06) e 2001 (IAC de -2,52) destacam-se como sendo muito secos. Os anos 1992, 1993 e 1998 tiveram influência de El Niño forte, fraco e forte (NOAA, [s.d.]), respectivamente, e exceto 1993, os outros dois anos tiveram influência da fase positiva do Dipolo do Atlântico (Monteiro, 2011; Nóbrega; Santiago; Soares, 2016). Observou-se, ainda, que os anos 1983 (IAC de -4,64) e 1990 (IAC de -4,25) apresentaram-se como sendo extremamente secos. Ressalta-se que o ano 1983 sofreu influência do efeito do fenômeno El Niño de intensidade forte (NOAA, [s.d.]) e do Dipolo Positivo do Atlântico, de acordo com Monteiro (2011) e Nóbrega, Santiago e Soares (2016), que foi desfavorável à ocorrência das chuvas nessa área.

Os resultados aqui apresentados assemelham-se àqueles encontrados por Monteiro, Rocha e Zanella (2012), que embora utilizando a técnica dos quantis, também, chegou a identificar anos secos a muito secos para o estado do Ceará, a saber: 1981 (seco), 1983 (muito seco), 1990 (seco a muito seco), 1992 (seco), 1993 (muito seco), 1998 (muito seco) e 2001 (seco).

Assis e outros (2013), ao analisarem a variabilidade climática na bacia hidrográfica do rio Pajeú, no estado do Pernambuco, utilizando como indicador o IAC, apontaram que, a partir da década de 1990, torna-se mais evidente a mudança no padrão da precipitação na bacia do Pajeú, pois de 1990 a 2000 ocorreram 8 (oito) anos secos. Fato semelhante ocorreu no município de Castelo do Piauí, visto terem ocorrido 7 (sete) anos secos.

Figura 6 – Intensidade do IAC por ano para o município de Castelo do Piauí, no período de 1963 a 2001

índice de anomalia da chuva - 1963 a 2001



fonte: Os autores (2017).

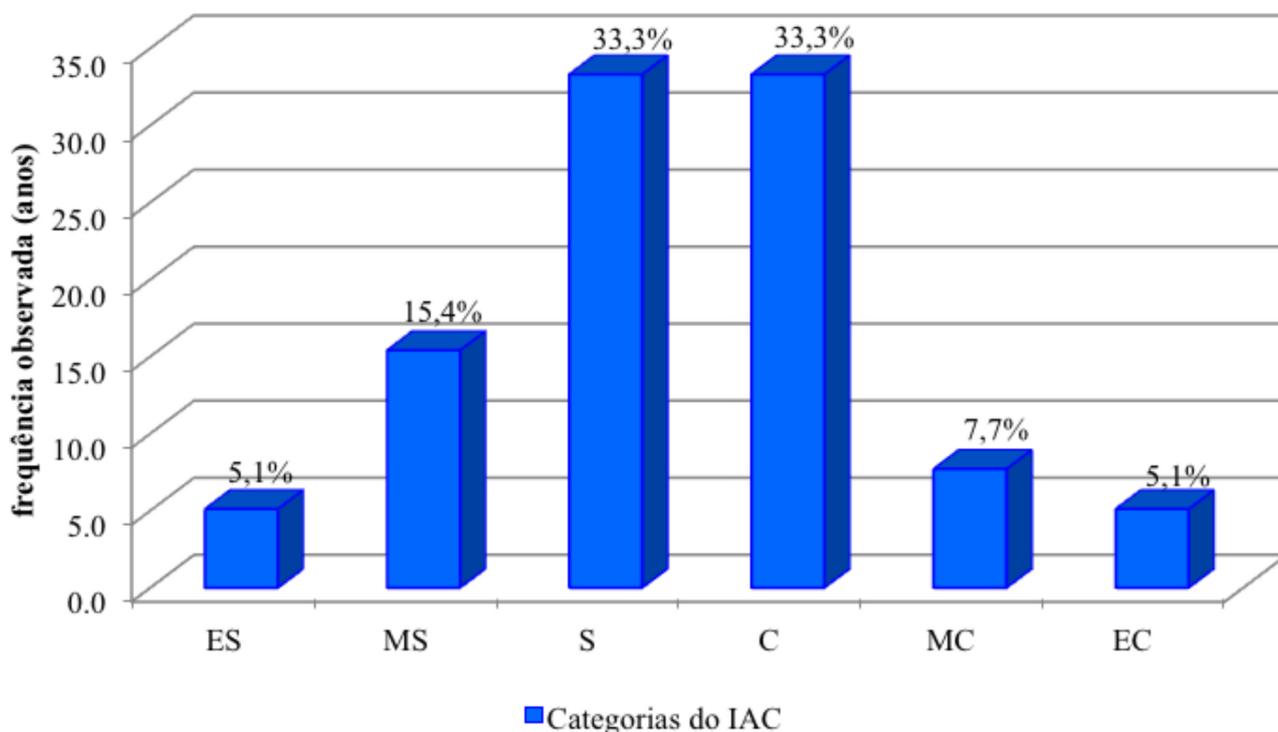
Quadro 1 – Fenômenos ENOS e dipolo do Atlântico, série histórica de 1963 a 2001

ano	ENOS*	dipolo do Atlântico	ano	ENOS*	dipolo do Atlântico
1963	neutro	neutro	1983	El Niño forte	positivo
1964	neutro	neutro	1984	neutro	negativo
1965	neutro	negativo	1985	La Niña fraca	negativo
1966	El Niño moderado	neutro	1986	neutro	negativo
1967	neutro	negativo	1987	El Niño moderado	neutro
1968	La Niña fraca	neutro	1988	La Niña fraca	negativo
1969	El Niño fraco	neutro	1989	La Niña moderada	negativo
1970	neutro	positivo	1990	neutro	positivo
1971	La Niña moderada	negativo	1991	El Niño fraco	negativo
1972	neutro	negativo	1992	El Niño forte	positivo
1973	El Niño moderado	negativo	1993	El Niño fraco	neutro
1974	La Niña forte	negativo	1994	El Niño fraco	negativo
1975	La Niña fraca	negativo	1995	El Niño fraco	negativo
1976	La Niña moderada	positivo	1996	La Niña fraca	negativo
1977	neutro	neutro	1997	El Niño fraco	positivo
1978	El Niño fraco	positivo	1998	El Niño forte	positivo
1979	neutro	neutro	1999	La Niña moderada	negativo
1980	El Niño fraco	neutro	2000	La Niña moderada	negativo
1981	neutro	positivo	2001	La Niña fraca	neutro
1982	El Niño fraco	positivo			

*Quadrimestre de janeiro a abril, período chuvoso na área em estudo
 fonte: Monteiro (2011) e Nóbrega, Santiago e Soares (2016).

Como síntese das explicações realizadas, pode-se observar na Figura 7 o predomínio de anos secos (33,3%) e chuvosos (33,3%) na série histórica analisada (1963 a 2001). Ao passo que, os anos muito a extremamente secos e os muito a extremamente chuvosos foram registrados em 20,5% e 12,8% da série histórica analisada. Em termos gerais nota-se que há uma maior probabilidade da ocorrência de eventos extremos com relação às secas, essas tidas como características de regiões como o NEB, que apresenta irregular distribuição espaço-temporal das precipitações pluviométricas.

Figura 7 – Frequência relativa (%) por categoria: extremamente seco (ES), muito seco (MS), seco (S), chuvoso (C), muito chuvoso (MC) e extremamente chuvoso (EC)



fonte: Os autores (2017).

Os resultados apresentados confirmam a irregularidade interanual das precipitações pluviométricas no setor Norte do Nordeste, em específico no município de Castelo do Piauí. Deve-se ressaltar que de acordo com as projeções de mudanças na precipitação para o Nordeste brasileiro, Sales e outros (2015) apontam que as maiores mudanças ocorreram nos meses pertencentes à estação chuvosa.

Considerações finais

A região Nordeste, de um modo geral, apresenta grande variabilidade espaço-temporal, quando considerados os totais de precipitações pluviométricas. Nesse sentido, a execução do presente estudo permitiu realizar uma análise estatística da precipitação e identificar anos secos e chuvosos para o município de Castelo do Piauí, considerando a série histórica de 39 anos (de 1963 a 2001).

Pode-se, então, apreender que a média histórica para o referido município foi de 1006,3 mm, sendo os anos 1985 e 1983 considerados o mais e o menos chuvoso, respectivamente, com valores anuais de 2205,1 mm e 454,0 mm.

Quanto à variação mensal da precipitação, pode-se constatar que o mês de março é considerado o mais chuvoso no município, enquanto agosto é o menos chuvoso da série. Ressalta-se, ainda, que todos os meses apresentaram altos valores de variabilidade pluviométrica (superiores a 40%) e distribuição assimétrica positiva, com os valores médios superiores aos da mediana. Foi possível apontar que a estação chuvosa em Castelo do Piauí concentra-se nos meses de janeiro a abril.

No que diz respeito ao IAC, foi possível estabelecer os anos mais secos e os mais chuvosos: 1963, 1964 e 1989 (muito chuvosos), sendo o último ano influenciado por La Niña moderada e Dipolo Positivo do Atlântico; 1974 e 1985 (extremamente chuvosos), ambos influenciados por efeito de eventos La Niña forte e La Niña moderada, bem como fase negativa do Dipolo; 1976, 1981, 1992, 1993, 1998 e 2001 (muito secos), destacando-se 1992, 1993 e 1998 como resultantes da atuação de eventos El Niño forte, fraco e forte, respectivamente, e pontuando-se que 1992 e 1998 sofreram influência da fase positiva do Dipolo; 1983 e 1990 (extremamente secos), ambos sofrendo influência da atuação do El Niño de intensidade forte e Dipolo Positivo do Atlântico, desfavorável às chuvas.

As análises realizadas no presente estudo apontaram o predomínio de anos secos, com 35,9%, na série histórica de 1963 a 2001, em detrimento dos anos chuvosos, que figuraram em 30,8% dos anos analisados. Destaca-se, também, que a ocorrência e/ou ausência de chuvas sofre interferência da presença dos fenômenos El Niño e La Niña e das fases positivas e negativas do Dipolo do Atlântico. A pesquisa realizada comprova a irregularidade interanual das precipitações pluviométricas no Nordeste brasileiro, notadamente no município de Castelo do Piauí, objeto deste estudo.

Referências

- AGUIAR, R. B.; GOMES, J. R. C. (Org.). **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea, estado do Piauí**: diagnóstico do município de Castelo do Piauí. Fortaleza: CPRM, 2004.
- ALMEIDA, H. A.; FREITAS, R. C.; SILVA, L. Determinação de períodos secos e chuvosos em duas microrregiões da Paraíba através da técnica dos quantis. **Revista de Geografia**, Recife, v. 30, n. 1, p. 217-232, 2013.
- ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Hidroweb: Sistema de Informações Hidrológicas. **Séries históricas – ano de 1963 a 2001**. Disponível em: <http://hidroweb.ana.gov.br/>. Acesso em: 9 out. 2016.
- ARAÚJO, L. E. et al. Variabilidade espaço-temporal da precipitação no Cariri paraibano. **Revista Educação Agrícola Superior**, Brasília, v. 22, n. 2, p. 23-26, 2007.

- ASSIS, J. M. O.; SOUZA, W. M.; SOBRAL, M. C. Análise climática da precipitação no submédio da bacia do rio São Francisco a partir do índice de anomalia de chuva. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, n. 36, p. 115-127, jun. 2015.
- ASSIS, J. M. O. et al. **Índice de anomalia de chuva (IAC) como indicador para análise da variabilidade climática na bacia hidrográfica do rio Pajeú-PE**. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 20., 2013, Bento Gonçalves, RS, Anais...** Bento Gonçalves, RS, 17 a 22 de novembro de 2013. p. 1-8.
- DINIZ, A. F.; SANTOS, R. L.; SANTOS, S. M. Avaliação dos riscos de seca para o município de Feira de Santana-BA associado à influência do *El Niño* no semiárido do nordeste brasileiro. **+Geografia's**, Feira de Santana, n. 1, p. 18-24, maio/nov. 2008.
- FERREIRA, A. G.; MELLO, N. G. S. Principais sistemas atmosféricos atuantes sobre a região Nordeste do Brasil e a influência dos oceanos Pacífico e Atlântico no clima da região. **Revista Brasileira de Climatologia**, Curitiba, v. 1, n. 1, p. 15-28, dez. 2005.
- FREITAS, M. A. S. Um sistema de suporte à decisão para o monitoramento de secas meteorológicas em regiões semiáridas. **Revista Tecnologia**, Fortaleza, p. 84-95, 2005. Suplemento.
- _____. A previsão de secas e a gestão hidroenergética: o caso da bacia do rio Parnaíba no Nordeste do Brasil. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE REPRESAS Y OPERACIÓN DE EMBALSES, 2004, Puerto Iguazú. **Anais...** Puerto Iguazú: CACIER, 2004. v. 1. p. 1-12.
- IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades**, [s.d.] Disponível em: www.cidades.ibge.gov.br. Acesso em: 11 out. 2016.
- _____. **Malha municipal digital do Brasil: situação em 2014**. Rio de Janeiro: IBGE, 2014. Disponível em: ftp://geoftp.ibge.gov.br/malhas_digitais/. Acesso em: 4 abr. 2016.
- LONDE, L. R. et al. Desastres relacionados à água no Brasil: perspectivas e recomendações. **Ambiente & Sociedade**, São Paulo, v. XVII, n. 4, p. 133-152, out./dez. 2014.
- MOLION, L. C. B.; BERNARDO, S. O. Dinâmica das chuvas no Nordeste brasileiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 11., 2000, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro, 2000. p. 1334-1342. CD-ROM.
- MONTEIRO, J. B. **Chover, mas chover de mansinho: desastres naturais e chuvas extremas no estado do Ceará**. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Centro de Ciência e Tecnologia, Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2011.
- MONTEIRO, J. B.; ROCHA, A. B.; ZANELLA, M. E. Técnica dos quantis para caracterização de anos secos e chuvosos (1980-2009): baixo curso do Apodi-Mossoró-RN. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, v. 23, p. 232-249, 2012.
- NOAA. NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION. Climate Prediction Center. **Historical El Niño/La Niña episodes (1963-2001)**, [s.d.]. Disponível em: http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ensoyears.shtml. Acesso em: 28 out. 2016.

- NÓBREGA, R. S.; SANTIAGO, G. A. C. F.; SOARES, D. B. Tendências do controle climático oceânico sob a variabilidade temporal da precipitação no Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Climatologia**, Curitiba, ano 12, v. 18, p. 276-292, jan./jun. 2016.
- OLIVEIRA, J. G. B.; SALES, M. C. L. Usuais: programas para uso em análise ambiental. **Revista Equador**, Teresina, v. 5, n. 2, p. 36-60, jan./jun. 2016.
- PIAUÍ. Projeto de Lei Complementar n. 004, de 14 de fevereiro de 2006. Estabelece o Planejamento Participativo Territorial para o Desenvolvimento Sustentável do estado do Piauí e dá outras providências. **Diário Oficial do Estado**, 2006.
- _____. Decreto Estadual n. 20, de 27 de março de 1890. Alteração toponímica municipal de Marvão para Castelo.
- ROOY, M. P. V. **A Rainfall Anomaly Index Independent of Time and Space**, Notes, 14, 43, 1965.
- SALES, D. C. et al. Projeções de mudanças na precipitação e temperatura no Nordeste brasileiro utilizando a técnica de *Downscaling* dinâmico. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 30, n. 4, p. 435-456, 2015.
- SILVA, T. F.; PAIVA, A. L. R.; SANTOS, S. M. Análise estatística e tendência das precipitações no município de Caruaru-PE. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 21., 2015, Brasília, DF, **Anais...** Brasília, DF, 22 a 27 de novembro de 2015. p. 1-8.
- TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: ciência e aplicação**. Porto Alegre: Ed. UFRGS/Edusp, 1993.
- ZANELLA, M. E. Considerações sobre o clima e os recursos hídricos do semiárido nordestino. **Caderno Prudentino de Geografia**, Presidente Prudente, n. 36, p. 126-142, 2014. Volume especial.