



Análise temporal do comportamento da precipitação pluviométrica na cidade de Fortaleza (CE), Brasil

Temporal analysis of rainfall behavior in the city of Fortaleza (CE), Brazil

Eliezio Nascimento Barboza¹, Francisco das Chagas Bezerra Neto², Adryele Gomes Maia³, Maria Raquel Leite Sampaio¹ e Natália Cruz Crisostomo¹, Nijair Araújo Pinto⁵, Marcelo Nobre dos Santos Beserra⁶

¹Graduando em Engenharia Ambiental pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Juazeiro do Norte, CE, Brasil/E-mail: eliezio10@gmail.com, raquelsampaio110@gmail.com e nathaliacruzcris@gmail.com;

²Graduando em Direito pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Sousa, Paraíba, Brasil/E-mail: chagasneto237@gmail.com;

³ Graduada em Farmácia pela Faculdade de Medicina Estácio de Juazeiro do Norte, Juazeiro do Norte, CE, Brasil/E-mail: adryelegm@gmail.com;

⁴ Bacharel em Direito-URCA/Docente da FASC dos cursos de Engenharia civil e Arquitetura/E-mail: nijair@hotmail.com;

⁵ Licenciado em Física-IFCE/E-mail: marcelo.nobre@ifce.edu.br.

RESUMO - A história do semiárido nordestino está profundamente relacionada com secas severas, impactando no aumento da fome, pobreza e consequentemente no desemprego e êxodo rural, isso acontece devido à irregularidade das chuvas e aos baixos índices pluviométricos. A cidade de Fortaleza-CE, está inserido na porção norte do Estado do Ceará, com tropical úmido, com período chuvoso no período de verão e seca no período de inverno, com duas estações climáticas bem definidas: chuvosa e seca. Pesquisas relacionadas com análise temporal de precipitação pluviométrica têm grande relevância tendo em vista a vulnerabilidade da sociedade, economia e meio ambiente as condições climáticas, especialmente variabilidade de pluviométrica nas regiões tropicais. É nesse contexto que esse artigo está inserido, com objetivo analisar o comportamento das precipitações ocorridas em Fortaleza, Ceará no período de 1984 a 2008. Para a realização desse estudo, foram utilizados dados disponibilizados pela Secretária dos Recursos Hídricos do Ceará (SRH) a partir de estações meteorológicas da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME). Foram realizados cálculos de estatística descritiva e teste Kolmogorov-Smirnov através do *software*Manitab 19 para verificar a aderência e adequação dos dados de precipitação pluviométrica. A partir da análise dos resultados, conclui-se o período chuvoso do município de Iguatu é 4 meses (janeiro-junho) e o período de seca é de (julho-dezembro). Os resultados evidenciam uma irregularidade, alta variabilidade interanual e intrasazonal no regime de chuvas.

Palavras-chave: Climatologia. Semiárido. Precipitação Pluviométrica Escassez Hídrica.

ABSTRACT - The history of the Northeastern semi-arid region is deeply related to severe droughts, impacting on the increase of hunger, poverty and consequently on unemployment and rural exodus, this is due to the irregularity of the rains and the low rainfall. The city of Fortaleza-CE, is inserted in the northern portion of the State of Ceará, with tropical humid, with rainy period in the summer period and drought in the winter period, with two well-defined climatic seasons: rainy and dry. Research related to temporal analysis of rainfall is of great relevance in view of the vulnerability of society, the economy and the environment to climatic conditions, especially rainfall variability in tropical regions. It is in this context that this article is inserted, with the objective of analyzing the behavior of the precipitations that occurred in Fortaleza, Ceará from 1984 to 2008. For the realization of this study, data made available by the Secretary of Water Resources of Ceará (SRH) were used from meteorological stations of the Cearense Meteorology and Water Resources Foundation (FUNCEME). Descriptive statistics and Kolmogorov-Smirnov tests were performed using theManitab 19 software to verify adherence and adequacy of rainfall data. From the analysis of the results, the rainy period in the municipality of Iguatu is concluded for 4 months (January-June) and the drought period is (July-December). The results show an irregularity, high inter-annual and intraseasonal variability in the rainfall regime.

Keywords: Climatology. Semiarid. Rainfall. Water Scarcity.

Aceito para publicação 03/01/2020.

Rev.Bras.de Gestão Ambiental (Pombal, PB) 14(01)105-113, jan./mar. 2020.



INTRODUÇÃO

A história do semiárido nordestino está profundamente relacionada com secas severas, impactando no aumento da fome, pobreza e conseqüentemente no desemprego e êxodo rural, isso acontece devido à irregularidade das chuvas e aos baixos índices pluviométricos, afetando o desenvolvimento das atividades agrárias, agropecuárias, e condições de vida da população (MARENGO et al., 2011). Os autores enfatizam que essa crise hídrica é intensificada pela degradação do solo, acelerando a desertificação no semiárido, aumentando os anos de secas mais intensas.

A expressão semiárida é utilizada para descrever o clima de regiões com precipitações médias anuais entre 250 e 500 mm, com vegetação composta por arbustos, no qual é caracterizado pela perda de folhas nos meses mais secos (CIRILO et al., 2007). A semiaridez do Nordeste é devida à adjacência à Região Amazônica, onde ocorrem movimentos convectivos amplos e intensos (MOLION; BERNARDO, 2000). Uma característica climática própria da Região do Nordeste é sua variabilidade climática e sua caracterização é essencial em tomada de decisões em relação as tendências climáticas. O clima no semiárido nordestino pode ser modificado pelos Modos de Variabilidade Climática Global definidos como o El Niño Oscilação do Sul (ENOS) e o Dipolo do Atlântico Tropical (DAT) (SOUZA; NOGUEIRA; SILVA NOGUEIRA, 2017).

A precipitação pluviométrica é a forma mais comum da entrada de água em um corpo aquático, representado pelo fluxo de água entre a superfície e a atmosfera impulsionado pela radiação solar, gravidade e rotação terrestre (TUCCI, 2012) e é assentada na superfície terrestre sob a forma de chuva (TUNDISI, 2003). O estudo de sua variação em um período longo é essencial para qualificar os efeitos ocasionados em áreas urbanas e agrícolas (COSTA et al., 2012), onde os sinais da variabilidade extremamente evidentes (KAYANO; ANDREOLI, 2009).

Pesquisas relacionadas com análise temporal de precipitação pluviométrica têm grande relevância tendo em vista a vulnerabilidade da sociedade, economia e meio ambiente as condições climáticas, especialmente variabilidade de pluviométrica nas regiões tropicais (ELY, 2006), com enfoque importante na atividade agrícola, com grande importância no ganho ou perda de safra agrícola (ROSSATO et al., 2017). Amorim et al. (2014) afirmam que existe cada vez mais interesse em entender a dinâmica da atmosfera nas faixas litorânea, principalmente as ocorrências de precipitações no Nordeste do Brasil.

Estudos de Climatologia no Nordeste vem sendo desenvolvido em diferentes níveis, podendo ser estudos municipais e regionais através de análise de precipitação pluviométrica permitindo uma integração dos resultados, em diversos estudos observam anomalias climáticas.

A variação da precipitação pluviométrica no Nordeste pode ser explicada pelas anomalias climáticas El Niño e La Nina provocada pelo aquecimento das águas no

Pacífico equatorial resultando com aumento das secas no Nordeste do Brasil – NEB (WALKER, 1928).

A análise das precipitações pluviométricas utilizando-se de série de dados históricos, pode corroborar na identificação dessas anomalias e contribuindo na gestão de recursos hídricos, atividades pesqueiras, produção agrícola e no manejo das bacias hidrográficas (ALEIXO; NETO, 2019).

A análise de precipitação é essencial nos planejamentos das cidades nordestinas, pois a região apresenta problemáticas climáticas pelas irregularidades pluviométricas, intensidade e duração das precipitações, além de estar submetida a secas por longo período. Esse estudo pode contribuir no planejamento hídrico, agrícola e dimensionamentos em Engenharia Hidráulica na cidade de Fortaleza e os demais municípios do semiárido, pois possuem características climáticas semelhantes. Portanto, o objetivo desse trabalho é analisar o comportamento do regime no município de Fortaleza, entre os anos de 1974 a 2008. O município de Fortaleza encontra-se inserido na porção norte do Estado do Ceará.

METODOLOGIA

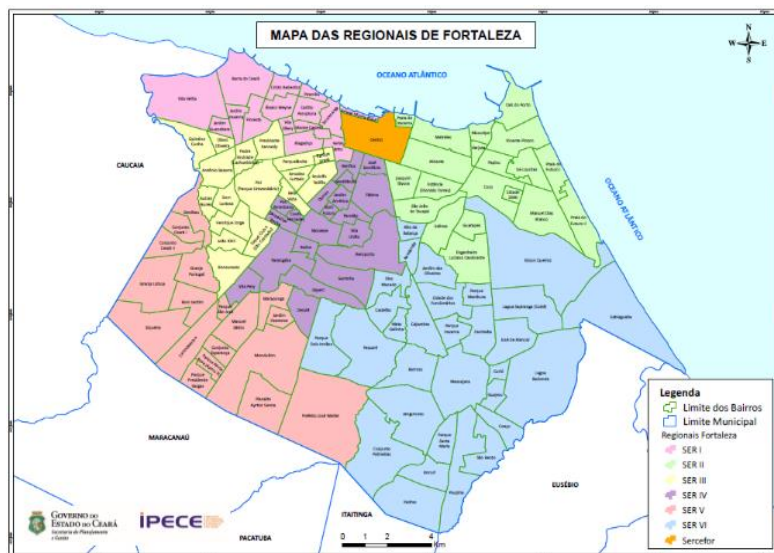
O presente trabalho foi desenvolvido no município de Fortaleza (Figura 1), localizado geograficamente no Nordeste do Brasil. A Região Nordeste do Brasil ocupa a posição norte-oriental do país, entre 1° e 18°30' de latitude sul e 34°30' e 40°20' de longitude oeste de Greenwich, com área de 1.219.000 km², equivale a aproximadamente um quinto da superfície total do Brasil, abrangendo os nove estados: Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Bahia (CIRILO et al., 2007).

Fortaleza está localizado geograficamente com 3° 43' 02" S de Latitude e 38° 32' 35" W de Longitude, com 16,0 m de altitude média, está inserido na porção norte do Estado do Ceará, ocupando uma área 314 km², limitando-se ao Norte com o Oceano Atlântico, ao Sul com município de Maracanaú, Itaitinga, ao Oeste com Eusébio e ao leste o município de Caucaia (SANTOS, 2011).

A cidade de Fortaleza, Ceará é caracterizada pela presença de rochas ígneas e metamórficas e coberturas recentes residuais e transportadas (CAVALCANTE, 1998). Há quatro domínios morfológicos: Planície Litorânea, Glacispré-Litorâneos, Depressão Sertaneja e Maciços Aluviais (SOUZA, 1995) e sete tipos de vegetação: Complexo Vegetacional da zona litorânea, Floresta Subperenifólia Tropical Plúvio-Nebular, Floresta Subcaducifólia Tropical Pluvial, Floresta Caducifólia Espinhosa, Caatinga Arbustiva Densa, Floresta Perenifólia Paludosa Marítima e Floresta Mista Dicótilo-Palmácea (CAVALCANTE, 1998).

A geologia de Fortaleza é caracterizada pela presença de terrenos cristalinos e coberturas sedimentares cenozoicas, essas últimas assumem uma posição de destaque na avaliação do meio físico, pois representam os terrenos que interagem mais diretamente com a atividade antrópica (BRANDÃO, 1995).

Figura 1: Localização da cidade de Fortaleza.



Fonte: IPECE, 2017.

O clima da região, mesmo estando enquadrado dentro do semiárido, é tropical úmido, mesmo estando dentro do semiárido, com período chuvoso no período de verão e seca no período de inverno, com regimes pluviométricos irregulares (SANTOS; GOMES; AZEVEDO, 2013), com média de precipitação acumulada inferior a 600 mm (MARENGO et al., 2011) (Figura 2). Apresenta elevadas insolação e temperatura e baixas amplitudes térmicas mensais, características comuns de regiões tropicais (ZANELLA, 2014).

Os dados das precipitações pluviométricas da cidade de Fortaleza para realização dessa pesquisa foram obtidos pela Secretária dos Recursos Hídricos do Ceará (SRH-CE) por meio das estações meteorológicas da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos – FUNCEME, no período de 1974 a 2008. O posto pluviométrico do município de Fortaleza está localizado geograficamente nas coordenadas geográficas: -3.7666° de latitude e -38.5166° de longitude.

A metodologia utilizada nesse trabalho é baseada nos estudos de Monteiro et al. (2013), no qual fundamentada em selecionar um posto pluviométrico de uma determinada cidade ou região e posteriormente é analisado o comportamento da precipitação a partir de séries. Para análise do comportamento da variável precipitação pluviométrica, foi utilizado parâmetros estatísticos como: média, desvio padrão (DP), variância, valor mínimo, valor máximo, amplitude, coeficiente de variação (CV), assimetria e curtose utilizando-se o software Excel 2017, onde foram realizados gráficos e tabelas para uma melhor análise temporal do comportamento da precipitação.

Posteriormente, esses dados foram tratados no software estatístico Minitab 19, para obtenção de uma análise estatística dos dados, a partir do teste de Kolmogorov-Smirnov para verificar a aderência dos dados de precipitação às distribuições ajustadas, no qual consiste em comparar os desvios máximos entre as frequências observadas e as frequências de probabilidades calculadas para o nível de significância de 5% (COAN; BACK; BONERRI, 2015).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir da análise dos resultados, constata-se, através do gráfico 1 e tabela 1, que há discrepância dos valores precipitação total acumulada no período de estudo e que durante o período de 1974 a 2008, houve uma grande variabilidade espacial e temporal dos valores de precipitação pluviométrica. Nota-se que o período considerado como chuvoso é de janeiro a junho, com valores acima da média, isso acontece devido à influência da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), que atua nos trópicos com três cinturões de ventos, essa circulação transfere umidade e temperatura dos oceanos para os níveis superiores da troposfera (MARENGO et al., 2011), sendo o mais importante mecanismo responsável pelas chuvas do semiárido entre os meses chuvosos.

Como caracteriza Brandão (1995), o regime pluviométrico é oscilatório, podendo ocorrer anos de chuvas excessivas e de secas severas, com grandes períodos de estiagem, com distribuição extremamente irregular, com aproximadamente 90% das precipitações ocorrem em curto espaço de tempo, causando problemas urbanos e ambientais, como as enchentes.

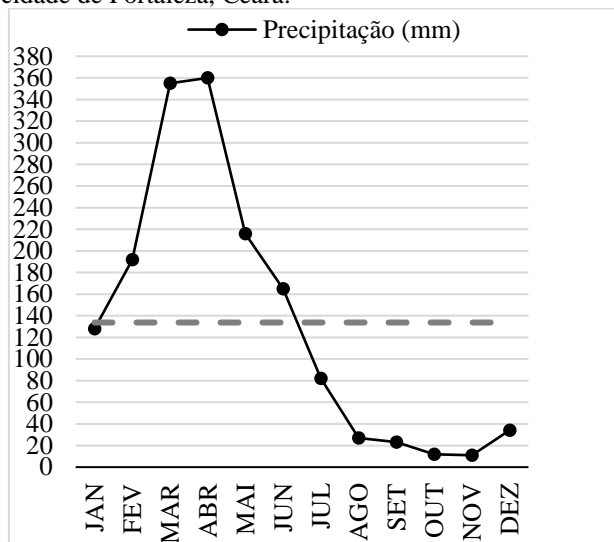
A alta variabilidade de precipitação na região é o motivo do pobre volume de escoamento de águas dos rios e intensificada pelas características geológicas dominantes na região, onde há predominância de solos rasos baseados sobre rochas cristalinas e consequentemente baixas trocas de água entre o rio e o solo adjacente, resultando na existência de densa rede de rios temporários (ZANELLA, 2014).

O período de seca é de julho a dezembro (gráfico 1), com valores bem abaixo da média de precipitação pluviométrica na cidade de Fortaleza, devido quando a migração Zona de Convergência Intertropical para o hemisfério Norte. Pela análise do gráfico 1, percebe-se que o mês com maior quantidade de precipitação pluviométrica é em abril com 360 mm e o mês com menor quantidade de precipitação pluviométrica é em novembro, com média de 11 mm no mês.

O período de seca (julho-dezembro) é tão intenso, que a soma de toda precipitação média desses 6 meses

ainda é menor do que a média do mês de abril e março, no qual são os dois meses que registraram maior quantidade de precipitação, com 360 e 355 mm, respectivamente. Através do gráfico 1, confirma-se as duas estações bem definidas, sendo uma chuvosa e uma seca. O trimestre mais seco ocorre entre agosto e outubro, e o trimestre mais chuvoso entre março e maio.

Figura 2: Precipitações pluviométricas (1974-2008) na cidade de Fortaleza, Ceará.



Fonte: Autores, 2019.

Nota-se que a média dos valores de precipitações é 133.750 mm no intervalo de estudo, sendo possível identificar anomalias entre o período de estudo, através da identificação dos meses que apresentam precipitações pluviométricas superiores e inferiores à média referente ao período em estudo, que foi de 133.750 mm mensal.

Observa-se um valor de desvio padrão (DP) muito elevado na pluviometria mensal em relação à média do período, evidenciando a alta irregularidade pluviométrica nos meses do ano a partir da discrepância das chuvas durante o período de estudo. A precipitação máxima e a mínima mensal anual no período de estudo foi de 360.000 mm. mês⁻¹ em março e de 11 mm. mês⁻¹ em novembro, respectivamente. Essas discrepâncias dos valores de precipitação pluviométrica, em especial as irregularidades

climáticas podem ser extremamente nas atividades agrícolas, provocando danos às culturas de subsistência, afetando os recursos hídricos e consequentemente a população.

Logo, há necessidade de projetos hidráulicos no semiárido nordestino para garantir água para a população no ano inteiro, tendo em vista o período longo de seca (julho-dezembro) amenizando os efeitos das mudanças climáticas (BRITO et al., 2012).

Tabela 1: Estatística descritiva da série precipitações pluviométricas mensais durante (1974-2008) na cidade de Fortaleza, Ceará.

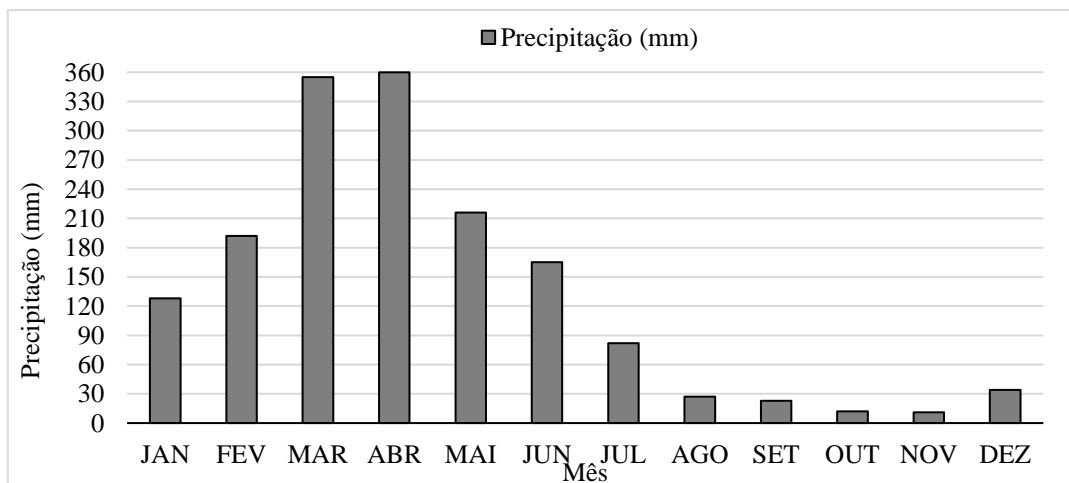
Precipitação mensal (mm)	
Média	133.75
Mediana	105
Desvio Padrão	121.61
Variância	14790.68
Valor mínimo	11
Valor máximo	360
Amplitude	349
Coefficiente de Variação	0.9
Assimetria	0.960
Curtose	0.222

Fonte: Autores, 2019. Elaborado no Excel 2017.

Em uma análise mais detalhada (Tabela 2), observa-se pela análise dos valores estatísticos que os seis primeiros meses do ano são mais chuvosos através dos valores médios e pelo desvio padrão (DP), no qual indicando que o mês de abril foi o mês em que as precipitações mensais mais se distanciaram da média, com maior valor mensal do período de estudo. O desvio padrão de do período de julho a dezembro são menores devido à pouca discrepância dos valores médios de precipitação.

Por outro lado, o menor valor de precipitação mensal médio foi em novembro, com menor desvio padrão. O regime pluviométrico da cidade de Fortaleza apresenta uma distribuição profundamente assimétrica a esquerda (gráfico 2), caracterizado por chuvas de alta intensidade no início do ano e baixa de julho a dezembro, caracterizando a região com elevada variabilidade intrasazonal.

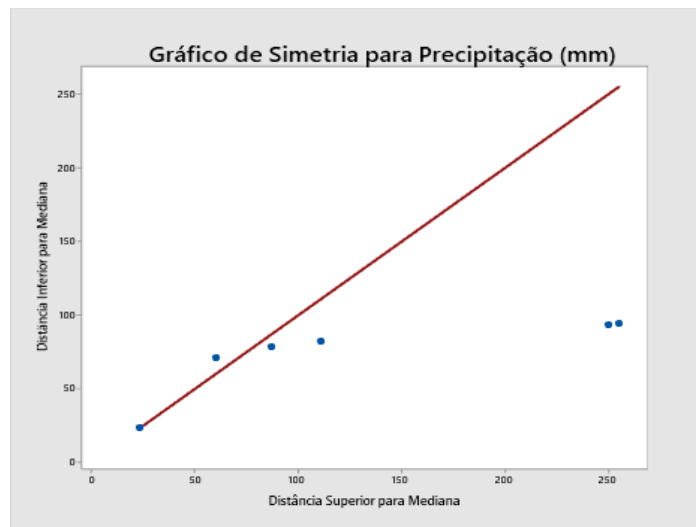
Figura 3: Precipitação média mensal da cidade de Fortaleza, Ceará - série: 1974 a 2008.



Fonte: Autores, 2019.

Percebe-se a distribuição profundamente assimétrica a esquerda, pelo valor do coeficiente de assimetria no período de estudo, que foi de 0.960, no qual indica que a calda está do lado esquerdo da função de densidade de probabilidade.

Figura 4: Gráfico de simetria de precipitação média mensal - série: 1974 a 2008.



Fonte: Autores, 2019. Elaborado no *software* Minitab 19.

Os dados que se afastam da linha vermelha, indica a assimetria. O *software* minitab 19 representa graficamente a distância a partir da mediana de pontos maiores do que a mediana contra os pontos que são menores do que a mediana.

Tabela 2: Série mensal de precipitação acumulada por mês do período (1974-2008) em Fortaleza, Ceará com os respectivos valores estatísticos.

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1974	330	211	597	608	522	222	29	35	65	23	35	74
1975	102	140	452	264	375	150	135	8.7	58	25	13	90
1976	64	305	354	385	133	90	73	29	3.4	14	23	18
1977	241	213	263	251	194	536	254	33	9.7	18	2.8	3.4
1978	61	263	229	294	273	106	200	6.6	44	17	5.4	59
1979	51	182	405	119	247	45	22	38	53	15	6.4	7.7
1980	187	457	204	101	53	76	49	31	24	19	7.8	5.8
1981	99	75	576	114	136	31	1.8	11	1.1	0.7	4.3	37
1982	95	181	196	249	102	79	34	31	32	18	14	21
1983	22	159	281	132	61	155	55	35	4	19	0.6	32
1984	105	267	325	440	318	307	158	38	13	48	4.7	6.3
1985	232	463	546	634	302	217	158	31	28	0.2	15	210
1986	115	297	765	578	158	323	33	44	39	6.8	40	59
1987	91	130	416	203	55	210	104	26	13	7.1	0.6	3.8
1988	182	202	334	424	200	162	127	11	23	12	17	169
1989	256	65	325	421	193	277	129	86	21	15	11	63
1990	40	130	104	245	206	53	90	14	35	26	20	17
1991	17	252	449	461	216	70	8.7	15	2.2	50	2.7	5
1992	48	306	235	218	90	122	10	31	18	6.7	3	1.9
1993	43	108	199	231	132	71	180	32	12	5.9	13	17
1994	116	252	405	458	326	594	128	15	16	9.5	4.3	55
1995	115	247	478	653	350	157	87	0	1.1	17	37	4
1996	98	219	518	449	241	45	28	66	7.2	12	6.4	18
1997	7.6	49	190	540	241	12	15	17	0	0	38	34
1998	183	84	342	151	103	67	15	20	5.4	13	3.8	25
1999	48	157	249	324	404	35	4.8	7.1	49	9.5	2.1	60
2000	189	116	274	352	152	78	204	130	166	0	6.2	6.7
2001	111	48	194	818	62	189	77	0	0	0	14	43
2002	273	69	373	523	159	168	132	3.2	0	24	11	6.3

Análise temporal do comportamento da precipitação pluviométrica na cidade de Fortaleza (CE), Brasil

2003	228	353	568	438	308	269	5	13	20	0	0	6.2
2004	500	196	499	171	86	313	184	7	23	0	11	0
2005	22	105	279	183	313	158	38	12	8	0	2	12
2006	45	67	168	357	382	234	46	18	3	0	0	0
2007	19	279	369	301	237	94	63	0	0	0	0	31
2008	141	80	265	509	239	70	11	38	0	0	0	0
Média	128	192	355	360	216	165	82	27	23	12	11	34
DP	106	108	148	178	114	133	70	26	31	12	11	46
Máx	500	463	765	818	522	594	254	130	166	50	40	210
Min	7.6	48	104	101	53	12	1.8	0	0	0	0	0

Fonte: Autores, 2019. Elaborado no Excel 2017.

Por meio do gráfico 3, é possível identificar o comportamento da precipitação acumulada por ano durante o período de estudo. Verifica-se que mais de 57% dos anos tiveram valores inferiores ao valor médio. Além disso, nota-se uma grande discrepância dos valores de precipitação, principalmente nos anos de 1974, 1985, 1986, 1994, com valores muito acima da média dos demais anos.

Segundo Molion e Bernardo (2000) as grandes chuvas estão diretamente relacionadas com a atuação dos sistemas atmosféricos da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), os sistemas Frontais (SF), distúrbio Ondulatórios de Leste (DOLS) e os vórtices Ciclônicos de Altos Níveis (VCAN). O motivo dessas chuvas intensas foi o transporte de umidade relativa do ar do Atlântico tropical e da bacia Amazônica até o Ceará.

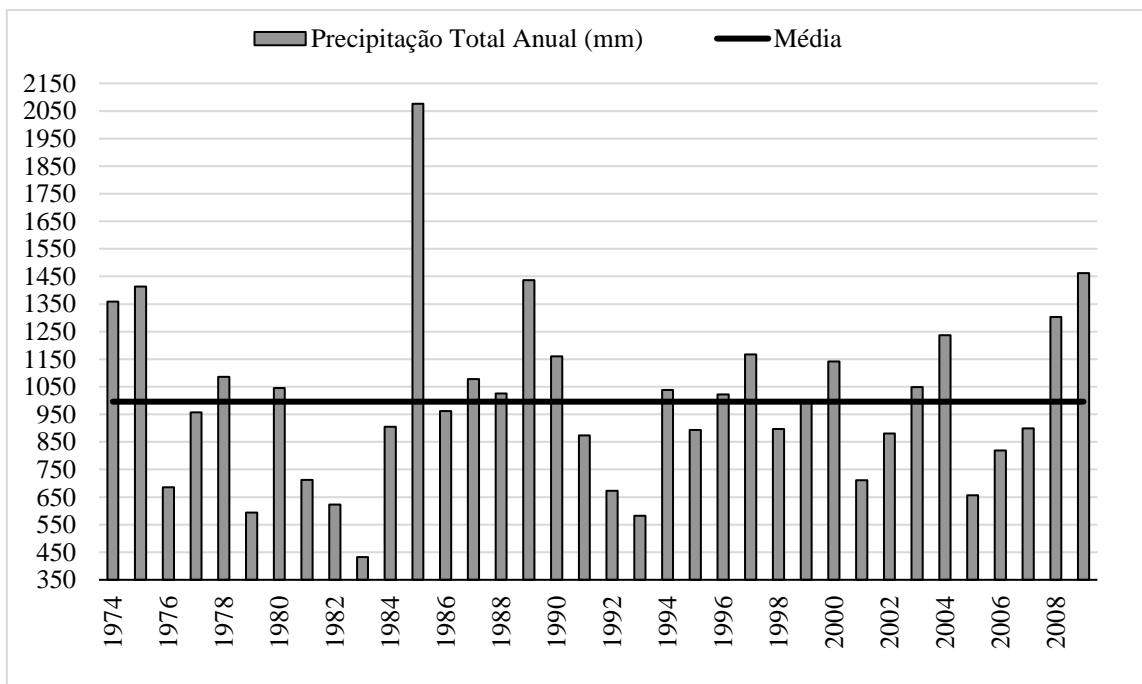
As cidades nordestinas não possuem infraestrutura eficiente para o armazenamento das precipitações nos anos de pico, chuvas com grande intensidade podem causar diversas problemáticas

através de prejuízo econômicos e ambientais (NERILO; MEDEIROS; CORDERO, 2002).

Verifica-se, também pela análise do gráfico 3, os períodos de seca na cidade de Fortaleza, com valores extremamente abaixo da média nos seguintes anos: 1979, 1980, 1981, 1982, 1983, 1987, 1990, 1992, 1993, 1997, 1998, 1999, 2005, 2006, 2007 e 2008. Nota-se um período de seca na cidade de 1978 a 1983, a maior seca do século XX no Nordeste, impactando nos diversos setores da sociedade. Além desse período de seca, nota-se o período de 1990 a 1993 e o período de 2005 a 2008.

Em anos com pluviometria total acumulada inferiores à média, registram-se secas para a região, com repercussões socioeconômicas negativas, enquanto em anos muito chuvosos são observadas inundações que causam muitos prejuízos, principalmente para as regiões mais urbanizadas (ZANELLA, 2014). As secas na região podem indicar que as anomalias positivas de TSM na Bacia Norte do Atlântico Tropical induzem a diminuição da precipitação nesta região (SOUZA; NOGUEIRA; SILVA NOGUEIRA, 2017).

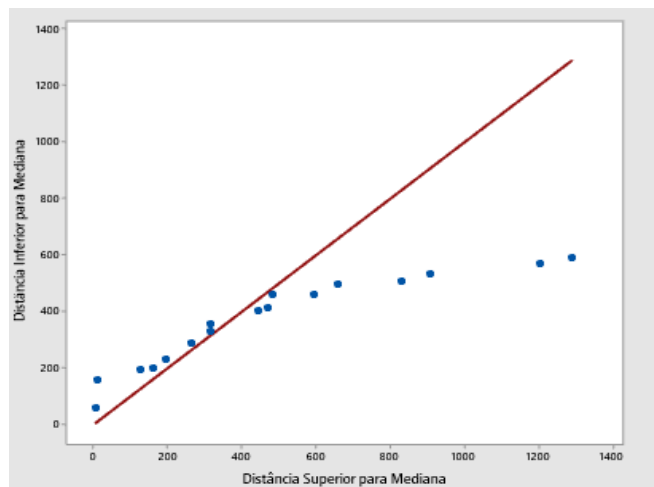
Gráfico 3: Precipitação acumulada por ano durante o intervalo do período (1974-2008) em Fortaleza, Ceará com os respectivos valores estatísticos.



Fonte: Autores, 2019.

Percebe-se a que precipitação acumulado por ano durante o intervalo do período (1974-2008) tem características assimétricas, com valor de 1.093 (Tabela 3), com grande parte dos pontos se afastando dada linha vermelha, indica a assimetria.

Figura 2: Gráfico de simetria de precipitação anual acumulada - série: 1974 a 2008.



Observa-se na tabela 3 um valor de desvio padrão (DP) elevado na pluviometria total acumulada por ano no período de estudo, demonstrando a irregularidade pluviométrica nos anos de estudo, caracterizado por grandes secas na maioria dos anos e anos com precipitações muito acima da média. A precipitação máxima e a mínima mensal anual no período de estudo foi de 2076 mm.ano⁻¹

em 1985 e de 433.100 mm.ano⁻¹ em 1983, respectivamente. Observa-se uma ampla discrepância de precipitação pluviométrica em anos próximos (1983-1985), corroborando a alta variabilidade interanual na cidade de Fortaleza, que também é característico do Nordeste brasileiro, com anos de secas severas e outros anos com grandes enchentes.

Tabela 3: Estatística descritiva da série precipitações pluviométricas totais acumuladas durante (1974-2008) na cidade de Fortaleza, Ceará.

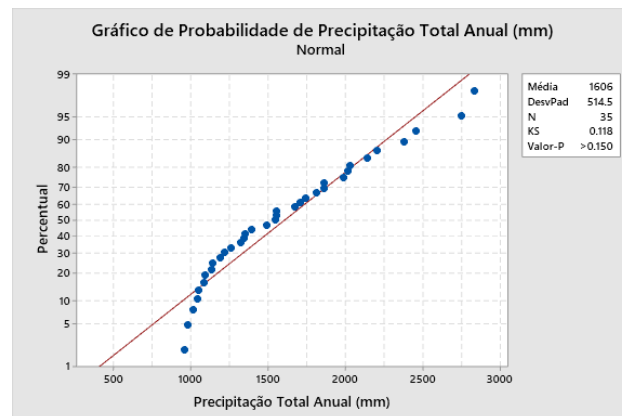
Precipitação acumulada (mm)	
Média	995.933
Mediana	979.050
Desvio Padrão	312.014
Variância	97352.967
Valor mínimo	433.100
Valor máximo	2076.000
Amplitude	1642.900
Coefficiente de Variação	0.313
Assimetria	1.093
Curtose	2.921

Autores, 2019. Elaborado no Excel 2017.

Foi utilizado o teste de Kolmogorov-Smirnov (gráfico de probabilidade de precipitação anual) para verificar a adequação dos dados à distribuição de probabilidade adotada. A figura 3 representa o ajuste das chuvas através do Teste de Kolmogorov-Smirnov, com (KS=0.118) e valor da probabilidade (P>0.150) maior que 5% (Intervalo de confiança de 95%), logo aceita H₀ e verifica-se a normalidade pela função densidade de probabilidade na cidade de Fortaleza, Ceará.

O teste é adequado e significativo para os valores de precipitação (mm) a partir do valor da probabilidade (P), pois os valores de precipitação com maior frequência dos valores das amostras estão próximo ao valor médio de todas as amostras (próximos a linha reta), se aproximando a reta, logo os dados de precipitação se comportam como conjunto de distribuição normal.

Figura 3: Teste de Kolmogorov-Smirnov para verificar a aderência dos dados de precipitação acumulada total (mm) por ano durante o intervalo de estudo (1974-2008).



Fonte: Autores, 2019. Elaborado no software ManiTab 19.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Espera-se que o presente artigo possa corroborar no melhor planejamento e gestão dos recursos hídricos das regiões semiáridas e áridas, especialmente na cidade de Fortaleza, através de melhor aproveitamento e armazenamento das precipitações pluviométricas nos meses chuvosos (janeiro-junho) para não faltar recursos nos meses de seca (julho-dezembro). Espera-se também que esse trabalho possa corroborar na gestão municipal de Fortaleza.

Portanto, os resultados evidenciam uma irregularidade, alta variabilidade interanual e intrasazonal no regime de chuvas. Foi registrado grandes chuvas nos anos de 1974, 1985, 1986, 1994, e secas em: 1979, 1980, 1981, 1982, 1983, 1987, 1990, 1992, 1993, 1997, 1998, 1999, 2005, 2006, 2007 e 2008. Os resultados obtidos foram analisados estaticamente através do *software* ManiTab 19, por meio do teste de Kolmogorov-Smirnov para o nível de significância de 5%, no qual o resultado foi satisfatório para os valores de precipitação (mm) a partir do valor da probabilidade (P).

REFERÊNCIAS

ALEIXO, Natacha Cíntia Regina; NETO, João Cândido Andre Silva. CARACTERIZAÇÃO DA PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA DO MÉDIO SOLIMÕES-AM. *Acta Geográfica*, v. 13, n. 31, p. 104-120, 2019.

AMORIM, Ana Cleide Bezerra; CHAVES, Rosane Rodrigues; SILVA, Cláudio Moisés Santos. Influence of the tropical Atlantic Ocean's sea surface temperature in the eastern northeast Brazil precipitation. *Atmospheric and Climate Sciences*, v. 4, n. 05, p. 874, 2014.

BRANDÃO, R. L. Mapa geológico da região metropolitana de Fortaleza. Escala 1: 500.000. Sistema de informações para gestão e administração territorial da região metropolitana de Fortaleza–Projeto SINFOR CPRM/RFFO. **Fortaleza–Ce. 39p. Cavalcante et al, 1995.**

BRITO, LT de L. et al. Produtividade da água de chuva em culturas de subsistência no Semiárido Pernambucano. **Embrapa Semiárido-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 2012.

CAVALCANTE, Itabaraci Nazareno. **Fundamentos hidrogeológicos para a gestão integrada de recursos hídricos na Região Metropolitana de Fortaleza, Estado do Ceará.** 1998. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

CIRILO, José Almir et al. O uso sustentável dos recursos hídricos em regiões semi-áridas. **Recife: UFPE**, 2007.

COAN, Bruno De Pellegrin; BACK, Álvaro José; BONETTI, Anderson Vendelino. Precipitação mensal e anual provável no Estado de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 15, 2015.

COSTA, Helen de Camargos et al. Espacialização e sazonalidade da precipitação pluviométrica do estado de Goiás e Distrito Federal. 2012.

ELY, Deise Fabiana. **Teoria e método da Climatologia geográfica brasileira: uma abordagem sobre seus**

discursos e práticas. 2006. 1883. Tese de Doutorado. Tese (Doutorado em Climatologia). UNESP. São Paulo.

IPECE. **Ceará em mapas.** Disponível em: <https://www.ipece.ce.gov.br/produtos/>. Acesso em: 14 jan. 2020.

KAYANO, Mary Toshio; ANDREOLI, Rita Valéria. Clima da região Nordeste do Brasil. **CAVALCANTI, Iracema FA et al. Tempo e clima no Brasil. São Paulo: Oficina de textos**, 2009.

MARENCO, José A. et al. Variabilidade e mudanças climáticas no semiárido brasileiro. **Recursos hídricos em regiões áridas e semiáridas**, v. 1, 2011.

MOLION, Luiz Carlos Baldicero; BERNARDO, S. de O. Dinâmica das chuvas no Nordeste Brasileiro. In: **Congresso Brasileiro de Meteorologia, Anais...(CD-ROM). Rio de Janeiro.** 2000.

MONTEIRO, Leonardo Romero; KOBAYAMA, Masato. Influências da distribuição temporal de precipitação no mapeamento de inundação. **Revista de Gestão de Água da América Latina**, v. 11, n. 2, p. 25-35, 2014.

NERILO, Nerilton; MEDEIROS, Péricles Alves; CORDERO, Ademar. **Chuvas intensas no estado de Santa Catarina.** Editora da UFSC, 2002.

ROSSATO, Luciana et al. Impact of soil moisture on crop yields over Brazilian semiarid. **Frontiers in Environmental Science**, v. 5, p. 73, 2017.

SANTOS, Fabiano Barbosa; GOMES, Heliofábio Barros; SILVA AZEVEDO, Carlos Denyson. Análise da Formação de Ilhas de Calor em Fortaleza-CE por meio de imagens de satélite. **Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR.** Análise da Formação de Ilhas de Calor em Fortaleza-CE por meio de imagens de satélite. Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 2013.

SANTOS, Jader de Oliveira. **Fragilidade e riscos socioambientais em Fortaleza-CE: contribuições ao ordenamento territorial.** 2011. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

SOUZA, César Lincoln Oliveira; NOGUEIRA, Virgínia de Fátima Bezerra; SILVA NOGUEIRA, Valner. Variabilidade interanual da precipitação em cidades do semiárido brasileiro entre os anos de 1984 e 2015. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 12, n. 4, p. 740-747, 2017.

SOUZA, Marcelo José Lopes de. O território: sobre espaço e poder, autonomia e desenvolvimento. **Geografia: conceitos e temas. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil**, v. 353, p. 77-116, 1995.

SRH. **ATLAS ELETRÔNICO DOS RECURSOS HÍDRICOS DO CEARÁ.** Disponível em: http://atlas.srh.ce.gov.br/gestao/postospluviometricos/pluviometriaAnual.php?cd_postopluiometricos=11162. Acesso em: 14 jan. 2019.

TUCCI, Carlos EM et al. Hidrologia: ciência e aplicação. **São Paulo: Editora da**, 2012.

TUNDISI, José Galizia. Recursos hídricos no futuro: problemas e soluções. **Estudos avançados**, v. 22, n. 63, p. 7-16, 2008.

WALKER, Gilbert T. Ceará (Brazil) famines and the general air movement. **Beitr. Phys. d. Frein. Atmosph**, v. 14, p. 88-93, 1928.

ZANELLA, Maria Elisa. Considerações sobre o clima e os recursos hídricos do semiárido nordestino. **Caderno Prudentino de Geografia**, n. 36, p. 126-142, 2014.