



XI Encontro de
Pós-Graduação
e Pesquisa
ConsCiência e Paz
Universidade Estadual Vale do Acaraú



**GOVERNO DO
ESTADO DO CEARÁ**
Secretaria da Ciência, Tecnologia
e Educação Superior

ANÁLISE DE SÉRIE DE CHUVAS DO POSTO PLUVIOMÉTRICO DO MUNICÍPIO DE MARTINÓPOLE INSERIDO NA BACIA DO RIO COREAÚ (CEARÁ-BRASIL)

Francisco Rodrigo Cunha de Sousa¹; Davis Pereira de Paula²

¹ Mestrando do Programa de Pós-graduação em Geografia da Universidade Estadual Vale do Acaraú, e-mail: rodrigofrcs@hotmail.com; ² Docente/Pesquisador do Programa de Pós-graduação em Geografia da Universidade Estadual Vale do Acaraú e do Departamento de Geografia da Universidade Estadual do Ceará, davispp@gmail.com.

Resumo: Este estudo, tem por objetivo analisar as principais características do regime pluviométrico e dos eventos isolados de chuva para a bacia do rio Coreaú, a partir dos dados de precipitação do posto localizado no município de Martinópole (Ceará – Brasil). Foram desenvolvidas análises estatísticas dos dados pluviométricos através de cálculos de medidas de tendência central e dispersão, para identificar as médias mensais e anomalias nas precipitações, além de aplicação de métodos probabilísticos para observar a relação intensidade – duração – frequência das chuvas. Os resultados apontaram para o regime pluviométrico sazonal, com significativas anomalias, agravadas por eventos de chuvas intensas e permitiram concluir que é necessário desenvolver estudos detalhados sobre os processos desencadeados pelas chuvas.

Palavras-chave: Eventos Pluviométricos Extremos; Clima local; Relação Intensidade-Duração-Frequência das chuvas

1. INTRODUÇÃO

O conhecimento do comportamento hidroclimático de uma área é de fundamental importância para a compreensão dos diversos processos que são desencadeados, sobretudo, pelas precipitações como o escoamento superficial e subsuperficial, infiltração e armazenamento de água no solo, evapotranspiração, erosão e pedogênese.

Sob tal ponto de vista, entender as características gerais do regime de chuvas como médias anuais e mensais, bem como os atributos das chuvas como intensidade, duração e frequência é indiscutivelmente necessário, sobretudo, para fomentar ações de planejamento (TUCCI, 2001), por sua vez subsidiárias de uma melhor convivência da sociedade com a natureza a medida que podem precaver contra eventos catastróficos como estiagens prolongadas. No contexto do semiárido brasileiro, este tema mostra-se como sendo naturalmente mais relevante do que em outras regiões do país, sobretudo devido à escassez natural da água.

Sendo assim, o objetivo deste estudo consiste em analisar as principais características dos dados de precipitação, registrados no posto pluviométrico mantido pela Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME) no município de Martinópole (Ceará – Brasil), através da aplicação de métodos estatísticos como análises de tendência central e dispersão e de modelos probabilísticos para melhor compreender os eventos isolados de chuva.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Os dados de chuvas acumuladas diárias foram obtidos através dos registros do posto pluviométricos mantido e disponibilizado pela FUNCEME, situados no município Martinópolis, na coordenada 3° 13' 2.96" S e 40° 41' 57.77" W, no contexto da bacia hidrográfica do rio Coreaú. Este posto foi selecionado, por encontrar-se no centro da bacia hidrográfica, com série de registros mais longa e inserido em meio a depressão sertaneja, unidade geomorfológica mais expressiva da bacia.

Inicialmente foi realizada uma análise de consistência dos dados e posteriormente foram construídas séries históricas de chuvas acumuladas diárias no período entre 01 de janeiro de 1974 a 31 de dezembro de 2015, portanto, configurando uma série de 42 anos. Para o entendimento do comportamento do regime pluviométrico foram analisados aspectos estatísticos importantes dos dados de chuvas registrados como a média aritmética (equação 1), principal instrumento matemático de mensuração da tendência central dos dados pluviométricos (VENTURI, 2005), amplamente recomendado pela literatura por ser de simples aplicação (VILLELA E MATTOS, 1975).

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \quad [1]$$

Também foram calculados o desvio padrão (equação 2) e o coeficiente de variação (equação 4), indispensáveis à identificação de anomalias que possam descaracterizar o regime pluviométrico da área de estudos, através do fornecimento da variabilidade dos dados em torno da média.

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}} \quad [2] \quad CV = \frac{100 \cdot S}{\bar{X}} \quad [3]$$

Foram analisadas ainda, a relação intensidade, duração e frequência das chuvas (IDF) através da equação IDF (equação 4), calibrada a partir do método de distribuição probabilística de Gumbel, sugerida por Villela & Mattos (1975) e uso do suplemento SOLVER do excel 2016, tendo por objetivo o menor Erro Médio Relativo entre os resultados e os eventos de chuva equivalentes propostos pela CETESB (1980).

$$i = \frac{946,23 \cdot (TR)^{0,153}}{(t + 12,09)^{0,76}} \quad [4]$$

13. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir do cálculo das médias de precipitações mensais, do número de dias chuvosos e da quantidade de chuva por dias chuvosos em cada mês, dados na tabela 1, foi possível constatar que os meses mais chuvosos da área da pesquisa são fevereiro, março e abril em oposição aos meses agosto, setembro, outubro e novembro com as menores alturas de chuvas registradas. Sendo que a frequência das chuvas, revelou o mês de janeiro como sendo aquele com os maiores volumes de precipitação em menor quantidade de dias chuvosos, valores que decaem até setembro, quando voltam a aumentar.

Tabela 01 – Precipitação média mensal (mm), dias chuvosos, frequência de precipitação (mm/dias chuvosos), desvio padrão (mm) e coeficiente de variação (%) entre 1974 a 2015 para Martinópolis.

MÊS	PRECIPITAÇÃO MÉDIA	DIAS CHUVOSOS	FREQUENCIA DE PRECIPITAÇÃO	DESvio PADRÃO	COEFICIENTE DE VARIAÇÃO
Janeiro	130,29	8,48	15,37	94,61	72,62
Fevereiro	181,01	12,43	14,56	91,32	50,45
Março	264,53	17,21	15,37	121,62	45,98
Abril	232,06	15,55	14,93	126,69	54,59
Mai	122,09	9,67	12,63	115,12	94,29
Junho	27,52	3,60	7,65	30,84	112,06
Julho	14,14	1,83	7,71	20,71	146,46
Agosto	1,58	0,40	3,89	5,82	369,54
Setembro	0,14	0,10	1,45	0,59	428,24
Outubro	1,11	0,17	6,66	3,64	328,22
Novembro	0,39	0,14	2,75	1,49	380,36
Dezembro	21,14	1,45	14,56	43,99	208,08

É importante destacar a maior dispersão, dada pelo desvio padrão, observada nos meses de abril e março, o que caracteriza estes meses como sendo aqueles com maior variação na quantidade de chuvas, portanto, registram as maiores quedas no volume de precipitação em anos cujos sistemas atmosféricos como a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) atuam com menor intensidade sobre a área de estudo, por motivos como o aquecimento desigual da superfície dos oceanos, desenvolvendo fenômenos como o El-Niño e La-Niña (MENDONÇA & DANNI-OLIVEIRA, 2007). Mas vale destacar que os meses janeiro, fevereiro e maio também apresentam dispersão elevada e reforçam a irregularidade do regime pluviométrico anual da área, ao longo de pelo menos, sete meses, bem característico do semiárido. O coeficiente de variação, por sua vez, indica um crescimento considerável entre os meses de fevereiro a setembro, sendo que nos meses mais chuvosos (fevereiro a abril) a variação foi menor, abaixo de 55%, enquanto nos meses mais secos a variação chega a ultrapassar 428 %, reforçando ainda mais as grandes disparidades de precipitação ao longo do ano.

A sazonalidade da área da pesquisa está nítida no gráfico da figura 01, com registro de chuvas, sobretudo nos cinco primeiros meses do ano, configurando duas estações bem distintas. Sendo a ZCIT, o principal sistema atmosférico que atua na formação de chuvas na área (XAVIER et al., 2000), e que acaba por interferir em todo o sistema natural, que varia desde a umidade do ar à perenidade do escoamento superficial, subsuperficial e características gerais da vegetação.

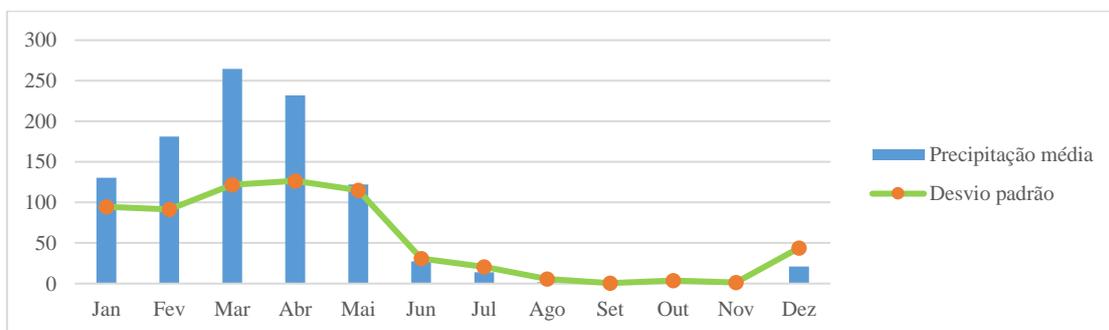


Figura 01 – Gráfico de precipitação média mensal (mm) e desvio padrão (mm) entre 1974 a 2015 para Martinópolis.

Os cálculos das anomalias (Desvio em relação à média) para a série pluviométrica, dados na tabela 02, permitem observar a estiagem do período entre 2012 a 2015 como sendo muito mais significativo do que nos outros anos da série histórica de precipitação analisada, sobretudo devido aos baixos valores de precipitação nos meses de janeiro e maio (em vermelho, abaixo de 50 mm em relação à média mensal), que acabam proporcionando uma estação chuvosa bem menos significativa.

Tabela 02 – Anomalias no regime de precipitação dadas pela diferença entre a precipitação acumulada mensal e a média pluviométrica mensal* entre 1974 a 2015 para Martinópolis.

ANO	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANO	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1974	103	27	167	271	316	13	-14	-2	0	-1	0	-21	1995	181	296	396	304	118	-11	-12	-21	-21	-21	-18	
1975	39	145	182	171	312	4	20	-21	-21	-21	-21	-21	1996	145	47	354	388	34	-18	58	-21	-21	-9	-21	-21
1976	-1	234	159	172	54	-21	-21	-21	-21	-21	-21	-21	1997	161	17	222	140	57	-21	-21	-21	-21	-21	-21	7
1977	74	159	308	187	128	45	-21	-21	-21	-21	-21	-21	1998	155	94	380	51	25	-21	-21	-21	-21	-21	-21	24
1978	207	75	171	83	30	-21	-21	-21	-21	-21	-21	-21	1999	178	230	247	248	130	-13	-21	-21	-21	-21	-21	92
1979	33	82	194	69	54	16	-21	-21	-2	-21	-19	14	2000	146	153	121	300	29	25	6	-21	-21	-21	-21	14
1980	80	351	203	92	9	3	-17	-21	-21	-21	-21	-4	2001	48	227	183	200	43	-21	-21	-21	-21	-21	-21	-21
1981	98	77	377	31	160	-16	-21	12	-21	-21	-21	-21	2002	210	92	131	194	75	18	2	-21	-21	-21	-21	-21
1982	60	210	270	251	3	-17	-21	-19	-21	-21	-21	-21	2003	103	312	302	337	44	-21	-21	-21	-21	-21	-21	-21
1983	-21	165	89	64	-15	-17	-21	-21	-21	-21	-21	-15	2004	232	241	101	118	19	71	-17	-21	-21	-21	-21	-21
1984	153	157	356	263	198	0	10	-20	-20	-17	-19	-21	2005	23	95	167	156	34	15	-21	-21	-21	-21	-21	-21
1985	343	312	450	470	245	22	28	-17	-20	-21	-21	142	2006	44	228	286	180	69	95	-21	-11	-21	-21	-21	-21
1986	83	214	522	302	112	44	-21	-21	-18	-15	-20	-21	2007	-21	353	129	182	43	-17	-21	-21	-21	-21	-21	18
1987	34	82	462	35	29	24	-18	-21	-21	-21	-21	-21	2008	126	116	223	389	85	-8	-21	-21	-21	-21	-21	-13
1988	260	162	368	347	264	-21	-21	-21	-21	-21	-21	124	2009	164	226	211	364	478	38	7	-21	-21	-21	-21	-21
1989	155	40	356	561	305	23	-1	-5	-21	-21	-20	141	2010	-3	-4	104	93	225	16	-21	-21	-21	-21	26	
1990	27	176	112	121	74	-15	10	-21	-21	-21	-21	-21	2011	219	256	151	276	86	18	44	-21	-21	-21	-21	-21
1991	184	113	299	140	9	0	-1	-21	-21	-21	-21	-21	2012	19	218	145	69	4	-21	-21	-21	-21	-21	-21	-21
1992	155	107	129	99	-8	1	-21	-21	-21	-21	-21	-21	2013	29	158	66	131	26	-21	33	-21	-21	-21	-18	-21
1993	2	90	151	131	10	0	1	-21	-21	-16	-21	-12	2014	25	52	165	196	95	-21	-21	-21	-21	-21	-21	-21
1994	298	137	413	164	105	90	-19	-21	-21	-21	-21	34	2015	-21	83	269	186	13	-13	19	-21	-21	-21	-12	-12

* Vermelho: abaixo de 50 mm e; Azul: acima de 200 mm.

O conhecimento do regime de precipitação está diretamente relacionado aos eventos isolados de chuva, cujas características principais são dadas pela intensidade, duração e frequência. Sendo assim, por meio da observação da tabela 03 é possível destacar que as chuvas da área da pesquisa são muito intensas, sobretudo quando são considerados menores períodos de duração como 5 min a 1 h, mesmo observando tempos de retorno mais longos.

Tabela 03 – Intensidades máximas (mm) para diferentes tempos de retorno resultantes da aplicação da equação 4.

DURAÇÃO	Tempo de retorno (anos)						DURAÇÃO	Tempo de retorno (anos)					
	5	10	15	25	50	100		5	10	15	25	50	100
24 h	4,76	5,29	5,63	6,09	6,78	7,54	30 min	70,38	78,29	83,32	90,13	100,2	111,5
12 h	8,01	8,91	9,48	10,26	11,41	12,69	25 min	77,49	86,20	91,74	99,23	110,3	122,7
10 h	9,18	10,21	10,87	11,75	13,07	14,54	15 min	98,42	109,4	116,5	126,0	140,1	155,9
6 h	13,41	14,91	15,87	17,17	19,09	21,24	10 min	114,9	127,8	136,0	147,2	163,7	182,1
1 h	46,74	51,99	55,33	59,84	66,57	74,05	5 min	139,7	155,4	165,4	178,9	199,0	221,4

Por outro lado, os dados reforçam ainda que além do regime sazonal das precipitações características da área de estudo, as altas intensidades observadas, propiciam um quadro hidroclimático muito sensível, tanto do ponto de vista dos fenômenos naturais como aquecimento superficial dos oceanos, como daqueles de origem das ações da sociedade, como a remoção da cobertura vegetal e aumento das áreas impermeáveis que acabam diminuindo as taxas de infiltração, aumento da evapotranspiração e redução da umidade do ar, influenciando em todo o sistema hidroclimático e ocasionando períodos de estiagem cada vez mais longos.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos dados do posto pluviométrico de Martinópolis foi construída série histórica de precipitação que permitiu analisar o regime hidroclimático da área no entorno no posto, por meio de cálculos estatísticos de tendência central e dispersão. Contudo, fica claro que a aplicação de métodos estatísticos, embora sejam quantitativos, possibilitam importantes análises qualitativas, capazes de relacionar os diversos elementos que compõem a dinâmica da natureza.

A aplicação da metodologia revelou importantes resultados, que apontaram para o regime pluviométrico muito concentrado ao longo dos cinco primeiros meses do ano, portanto, com sazonalidade bem definida, apesar das grandes anomalias observadas sobretudo nos meses de janeiro e maio, evidenciando diversos anos com estiagens bem características do clima semiárido brasileiro, que acabam por reduzir o número de dias chuvosos, bem como a quantidade de água precipitada. Por outro lado, as análises das características dos eventos isolados de chuvas reforçaram ainda mais a sensibilidade do quadro hidroclimático às ações da sociedade e às mudanças climáticas.

É possível considerar, portanto que as análises desenvolvidas nesta pesquisa apresentam algumas limitações, sobretudo devido à ausência de dados mais detalhados, além do fato de tratar-se de bases probabilísticas, mas que permitem destacar as características mais importantes do clima local, sobretudo aquelas relacionadas ao regime e eventos de chuva, conhecimentos indispensáveis ao planejamento. Mas, vale ressaltar também a necessidade de desenvolvimento de pesquisas empenhadas em compreender de maneira minuciosa, processos como escoamento superficial e subsuperficial, evapotranspiração, infiltração e acumulação de água, erosão e pedogênese, bem como dar suporte à qualidade de uso dos recursos naturais pela sociedade.

AGRADECIMENTOS

Ao Mestrado Acadêmico em Geografia da Universidade Estadual Vale do Acaraú, por todo o apoio; e à CAPES, pela concessão da bolsa durante o período de estudos.

REFERÊNCIAS

- AYOADE, J. O. **Introdução a climatologia para os trópicos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010.
- CETESB. Departamento de Água e Energia Elétrica-Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Drenagem urbana**: Manual de projeto. São Paulo: DAEE/CETESB, 1980.
- COLLISCHONN, W; TASSI, R. **Introduzindo hidrologia**. Santa Catarina: IPH-UFRS, 2010.
- FUNCEME – Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. **Postos Pluviométricos**. Disponível em: <<http://www.funceme.br/index.php>>. Acesso em: 25 de abril de 2016.
- MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. **Climatologia**: noções básicas de climas do Brasil. São Paulo: Oficina de textos, 2007.
- TUCCI, C.E.M. **Hidrologia**: ciência e aplicação. Porto Alegre: UFRGS/Edusp/ABRH, 2001.
- VENTURI, L. A. (Org.) **Praticando Geografia**. São Paulo: Oficina de textos, 2005.
- VILLELA, S. M.; MATTOS, A. **Hidrologia aplicada**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1975.
- XAVIER, T. M. B. S et al. **A Zona de Convergência Intertropical – ZCIT e suas relações com a chuva no Ceará (1964-98)**. Revista Brasileira de Meteorologia. v. 15, n. 1, p. 27-43, 2000.