

DESVIO PADRONIZADO DA PRECIPITAÇÃO NA CIDADE DE PATOS, PARAÍBA.

Shayenny Alves de Medeiros¹, Renata Richelle Santos Diniz², João Miguel de Moraes Neto³,
Aldinete Bezerra Barreto⁴, Mailson Araújo Cordão⁵, Cris Lainy Maciel Santos⁶

RESUMO: Os elementos que influenciam para a estiagem no Semiárido Brasileiro, são de ordem climática vinculada a fatores ambientais provocados pela falta ou escassez de chuva, promovendo, a semiaridez climática ou incidência das secas. Sabendo que alguns dos fenômenos atmosféricos interferem de forma significativa na precipitação do Nordeste Brasileiro, o estudo foi direcionado a área do município Patos-PB, que se localiza no semiárido. A variável analisada foi precipitação, os dados foram disponibilizados pela Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE) e pela Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESAs) referentes ao serie de 59 anos (1960-2019). Os dados foram utilizados para estudar a variabilidade da chuva, investigando as anomalias de precipitação em anos de ocorrência El Niño e La Niña. A Técnica utilizada foi a dos Percentis para a determinação das classes pluviométricas da precipitação. Os resultados destacam os meses de agosto a outubro com as mínimas precipitações mensais, representando 14,29% média anual para o período de estudo. Foi utilizada a técnica do Desvio Padronizado de Precipitação (DPP) para investigar a existência de influência dos eventos El Niño e La Niña, na variabilidade das precipitações. Ao analisar separadamente os DPPs para os anos com a ocorrência dos eventos El Niño e La Niña, conclui-se que há uma predominância dos DPPs negativos com médias anuais de 70,21 e 59,09% respectivamente, portanto, não representando uma evidência significativa da influência dos fenômenos sobre a variabilidade da chuva.

PALAVRAS-CHAVE: Semiárido, Escassez

STANDARD DEVIATION OF PRECIPITATION IN THE CITY OF DUCKS, PARAÍBA.

¹ Mestranda em Engenharia Agrícola, Depto de Engenharia Agrícola, UFCG, CEP 58398000, Remígio, PB. Fone (83) 99364-6466. e-mail: shayalvesmedeiros@gmail.com

² Engenheira de Biosistemas, Mestranda em Engenharia Agrícola, Depto de Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande, PB.

³ Prof. Doutor, Depto de Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande, PB.

⁴ Profa. Doutora, Unidade Acadêmica de Tecnologia do Desenvolvimento - UATEC, UFCG, Sumé, PB.

⁵ Engenheiro Agrônomo, Doutorando em Engenharia Agrícola, Depto de Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande, PB.

⁶ Engenheira Agrícola, Doutoranda em Engenharia Agrícola, Depto de Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande, PB.

ABSTRACT: The elements that influence the drought in the Brazilian semiarid are of climatic order linked to environmental factors caused by the lack or scarcity of rain, promoting, the climatic semiaridity or incidence of droughts. Knowing that some of the atmospheric phenomena interfere significantly in the precipitation of the Brazilian Northeast, the study was directed to the area of the municipality of Patos-PB, which is located in the semi-arid. The variable analyzed was precipitation, the data were made available by the Superintendence of Development of the Northeast (SUDENE) and by the Water Management Executive Agency of the State of Paraíba (AESAs) referring to the 59-year series (1960-2019). The data were used to study the variability of rainfall, investigating the anomalies of precipitation in years of occurrence El Niño and La Niña. The technique used was the Percentiles for determining the rainfall classes. The results highlight the months from August to October with the minimum monthly precipitation, representing 14.29% annual average for the study period. The Standardized Deviation of Precipitation (DPP) technique was used to investigate the influence of El Niño and La Niña events on precipitation variability. By analyzing separately the PPDs for the years with the occurrence of the El Niño and La Niña events, it is concluded that there is a predominance of negative PPDs with annual averages of 70.21 and 59.09% respectively, thus not representing significant evidence of the influence of the phenomena on the variability of rainfall.

KEYWORDS: Semiarid, Scarcity

INTRODUÇÃO

O semiárido brasileiro ocupa aproximadamente de 18% do território brasileiro, o semiárido possuindo uma grande extensão e variabilidade de precipitação, variando para cada sub-região (PALHARINI & VILA, 2017). É composta 1.262 municípios, com precipitação pluviométrica média anual igual ou inferior a 800 mm, o índice de Aridez de Thornthwaite igual ou inferior a 0,50, com um de déficit hídrico diário igual ou superior a 60%, de acordo com a Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste - SUDENE (2019).

O semiárido paraibano é caracterizado por baixas médias pluviométricas e altos índices de evapotranspiração, e se faz necessário enfatizar que a distribuição pluviométrica se dá em um período muito curto do ano, com uma distribuição temporal e espacial bastante irregular (MORAIS et.al, 2007).

Segundo Bezerra (2016) os fatores que contribuem para a estiagem no semiárido, são de ordem climática condicionada a fatores ambientais provocados pela falta ou escassez de chuva, levando assim, a semiaridez climática ou incidência das secas.

Palharine & Vila (2017) destacam alguns dos fenômenos atmosféricos que interferem de forma significativa na precipitação e do Nordeste Brasileiro, são os sistemas conhecidos como a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), Vórtice Ciclônico Superior Troposférico (VCST), distúrbios ventos alísios, linhas de instabilidade, sistemas frontais no sul de NEB e Zona de Convergência do Atlântico S0ul (ZACS). Lucena et al. (2011) destacam em seu estudo um outro fenômeno que exerce uma forte influência sobre o nordeste brasileiro, o El Niño/Oscilação do Sul (ENOS).

Tais fenômenos atmosféricos, de acordo com Marengo et al. (2018), têm causado impactos sociais e naturais, com a alta vulnerabilidade socioeconômica de pessoas que vivem na região semiárida. Presenciamos o fenômeno da seca destruindo grande parte da economia rural da região Nordeste, trazendo imensos prejuízos para a população nordestina (BEZERRA, 2016).

No decorrer dos últimos anos o semiárido nordestino vem, configurando-se como um poderoso campo de estudos da precipitação pluviométrica, levando em consideração a sua alta variabilidade espacial e temporal desta variável. Levando em consideração tais fatores apresentados, o objetivo do trabalho foi avaliar a variabilidade temporal da precipitação pluviométrica mensal em Patos-PB, identificando os meses secos e sua contribuição em termos de precipitação, bem como investigar a influência dos fenômenos atmosféricos sobre a variabilidade da chuva.

MATERIAL E MÉTODOS

O município de Patos localiza-se no sertão Paraibano (7°1'S, 37°17'W, 250m), em uma posição geográfica privilegiada, situada bem no centro do Estado, sendo o quarto município mais populoso do estado (Figura 1). Na divisão do Estado da Paraíba em regiões bioclimáticas o município enquadra-se em região dos bioclimas 4aTh-Tropical quente de seca acentuada com a ocorrência de 7 a 8 meses secos ocorrendo a oeste do município, e 2b-Sub-desértico quente de tendência tropical com 9 a 11 meses secos que predomina à leste de acordo com CPRM (2005).

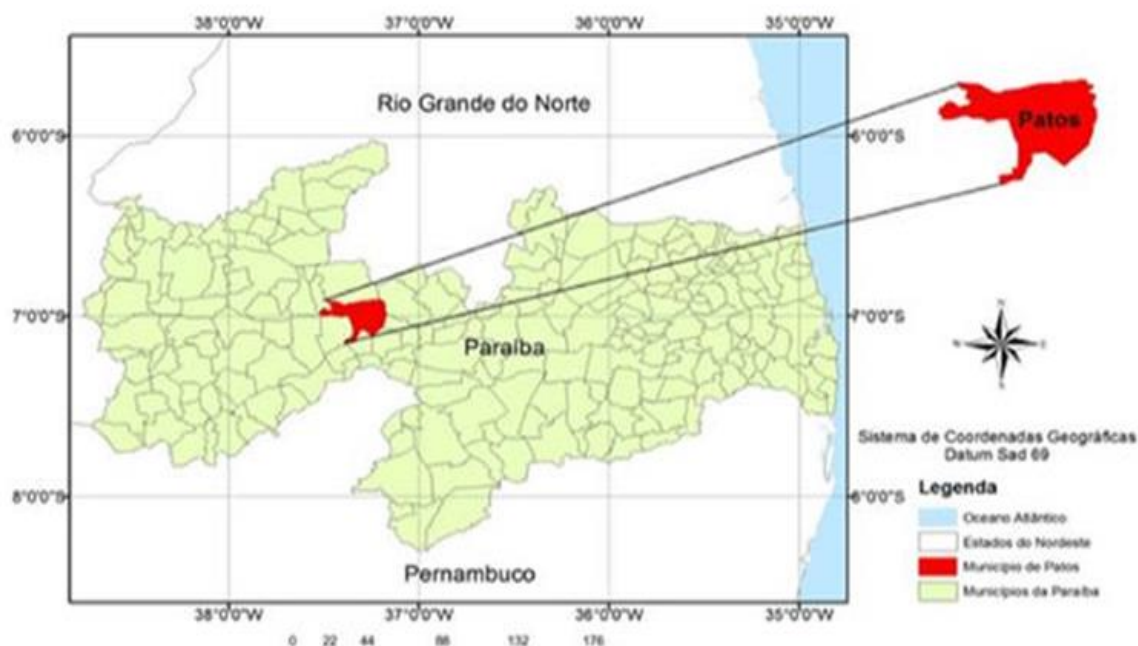


Figura 1. Mapa geográfico do Estado da Paraíba, com destaque para a área do estudo, a cidade de Patos-PB. Fonte: Gomes (2013)

A temperatura média anual situa-os entre 27° C à 28° C. De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010) sua população era estimada em 100.674 habitantes, sendo a 3ª cidade polo do estado da Paraíba, considerando sua importância socioeconômica e tem como principal atividade econômica o comércio. O município conta com o rio Espinharas, os açudes Jatobá e da farinha e também com o açude da Capoeira na cidade de Santa Terezinha para abastecê-lo.

O município tem cerca de 50% de sua área ocupada com vegetação nativa, caracterizada como Caatinga Arbustiva Arbórea Aberta, Caatinga Arbustiva Arbórea Fechada e Caatinga Arbórea Fechada, indicando também a presença de Áreas de Preservação Permanente. (RÊGO, et al., 2000).

Nessa pesquisa utilizaram-se dados dos pluviométricos dos postos da SUDENE localizadas na cidade de Patos além dos dados de precipitação disponibilizadas pela Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESA), entre 1960 a 2019, onde deste intervalo foram excluídos dez anos (1977, 1986, 1987, 1988, 1989, 1990, 1991, 1992, 1993, 2019) por ausência de dados e dados incompletos, que, segundo o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2019) foi devido à perda de algumas estações na transição de um banco para outro.

Essas informações foram usadas para identificar variações mensais da precipitação no município de Patos, foi calculado, para cada mês do período o Total Mensal de Chuva (x_i) e a Média Mensal Climatológica (μ_i) e o Desvio Padrão (σ_i).

Para caracterizar a frequência e a intensidade dos meses extremos de chuva em Patos, foi utilizado o método do percentil (x_i), aplicado a todos os dados mensais de chuva, com o auxílio de planilhas do Excel. O percentil emprega a técnica dos Quantis, que teve aplicações ampliadas a partir do pioneiro e importante estudo dessa técnica, o de Pinkayan (1966) que a usou para avaliar a ocorrência de anos secos e chuvosos sobre extensas áreas continentais sobre os Estados Unidos.

A Técnica baseia-se na distribuição da frequência acumulada, sendo que a aproximação da função densidade de probabilidade que descreve o fenômeno é tanto melhor quanto maior for o número de observações disponíveis. Os intervalos de cada percentil representam as probabilidades ou frequências esperadas para cada um dos eventos que podem ocorrer na sequência da série temporal de uma variável X.

A seleção dos meses de chuva foi feita utilizando como limiar de chuva extrema mensal o percentil de 97%, o mesmo usado por Medeiros et al. (2015). Essa mesma técnica foi utilizada para determinar a classe pluviométrica da precipitação mensal da cidade de Patos, que caracterizará os totais mensais nas classes: Muito Seco (MS), Seco (S) (Tabela 1).

Tabela 1. Intervalos de classe para categorização da precipitação.

CLASSES DE PRECIPITAÇÃO		
Muito Seco	“MS”	quando $x_i \leq P_{0,15}$
Seco	“S”	quando $P_{0,15} < x_i \leq P_{0,35}$

A partir da identificação dos Totais Mensais de Chuva (x_i) e as Médias Mensais Climatológicas (μ_i) e o Desvio Padrão (σ_i), foi realizado o cálculo do Desvio Padrão Padronizado Mensal (DPP) para os meses extremos identificados a partir da técnica do Percentil, que permite alocar os dados em classes positivas e negativas, as quais fornecem informações quanto à magnitude da anomalia. As variações nos valores do DPP_{ij} indicam que a chuva acumulada num determinado mês esteve abaixo ou acima da média mensal do período, quando DPP_{ij} for negativo ou positivo.

Para observar existência da influência dos eventos El Niño e La Niña, nas precipitações pluviométricas de Patos-PB, foi utilizado os DPPs, os mesmos foram analisados apenas os anos de ocorrência dos eventos atmosféricos, dentro do período do estudo.

Através do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos foi possível determinar os anos de ocorrência dos episódios de El Niño (EL) e La Niña (LA), classificados dentro de

sua intensidade e em suas categorias: Forte (F), Moderado (M) e Fraco (FR). Além dos anos sem ocorrência desses fenômenos.

Tabela 2. Classe da precipitação correspondente a cada ano do período 1960-2018: Registros dos anos com ocorrência dos fenômenos El Niño e La Niña e anos sem ocorrência.

EL NIÑO		LA NIÑA		ANOS NORMAIS		
Fraco	Moderado	Forte	Fraco	Moderado	Forte	-
1976-1977	1963-1964	1972-1973	1983-1984	1964-1965	1973- 1976	1960
1977-1978	1965-1966	1982-1983	1984-1985	1970-1971	1988-1989	1961
1979-1980	1968-1970	1990-1993	1995-1996	1998-2001	2007-2008	1962
	1986-1988	1997-1998		2010-2011		1981
	1994-1995	2015-2016		2017-2018		2012
	2002-2003					2013
	2004-2005					2014
	2006-2007					
	2009-2010					

Fonte: Adaptado do INPE.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao analisarmos os meses no período em estudo, constatam-se os valores máximos mensais nos meses de março (209,4 mm), abril (153,8mm), fevereiro (137,9 mm) e janeiro (87,2 mm) e os mínimos ocorrem nos meses de agosto (4,7 mm), setembro (1,3 mm) e outubro (6,3 mm). Os meses secos foram identificados com a Técnica dos Percentis que constatou a classificação pluviométrica da precipitação mensal do município e definiu em totais mensais, Tabela 3.

Tabela 3. Valores dos Intervalos de Classe Mensal da Precipitação de Patos-PB do período de 1960-2019.

CLASSES DE PRECIPITAÇÃO			x_i (chuva mm)	
1	Muito Seco	“MS”	$x_i \leq P_{0,15}$	0 ↔ 4,50
2	Seco	“S”	$P_{0,15} < x_i \leq 0,35$	4,50 → 13,1

A partir da análise feita, foi possível classificar os meses, do período em estudo de acordo com a precipitação, quando registrados volume de 0 a 4,5 mm, os meses são considerados Muito Seco, para 4,5 a 13,1 mm, estão os meses Secos. Para a frequência percentual das duas (02) classes de precipitação mensal, Tabela 4.

Tabela 4. Frequência percentual mensal das classes correspondente ao período de 1960-2019.

Meses	Frequência mensal das classes pluviométricas	
	MS	S
Jan	11,76%	3,92%
Fev	3,85%	1,92%
Mar	1,92%	-
Abr	3,85%	-
Mai	17,31%	9,62%
Jun	22,00%	16,00%

Jul	37,25%	23,53%
Ago	82,35%	7,84%
Set	88,24%	9,80%
Out	70,00%	14,00%
Nov	26,00%	14,00%
Dez	14,00%	20,00%

Evidenciando-se, os meses que tiveram os menores percentuais para a classe do mês Seco (S) ou Muito Seco (MS), foram de Janeiro a Abril. Já para os meses de agosto, setembro e outubro, são os meses que apresentam as menores precipitações, sendo classificados como Muito Secos, com 82,35%, 88,24% e 70%, respectivamente.

Os meses com de Junho e Julho tiveram o maior percentual na classe Seca. Podemos identificar na Tabela 5, que os DPP médios foram, em sua maioria, abaixo de zero, para os eventos El Niño e La Niña, sendo superior a 70% e próximo de 60%, respectivamente, o que significa chuvas abaixo da média, no período em estudo, o que pode evidenciar a interferência de outros fenômenos atmosféricos durante a ocorrência do La Niña.

O Desvio Padronizado de Precipitação nos auxiliou na investigação da influência de eventos El Niño (EN) e La Niña (LN) na precipitação de Patos, constatando que os DPP apresentam valores negativos e positivos, que variam de -1,71 a 5,62.

Tabela 5. Valores percentuais do número de Desvio Padronizado de Precipitação (DPP) para períodos de El Niño (EN) e La Niña (LN), de 1963 a 2018.

Mês	El Niño		La Niña	
	DPP < 0 (%)	DPP > 0 (%)	DPP < 0 (%)	DPP > 0 (%)
Agosto	85,71	14,29	73,33	26,67
Setembro	90,48	9,52	73,33	26,67
Outubro	76,19	23,81	73,33	26,67
Novembro	76,19	23,81	64,29	35,71
Dezembro	75,00	25,00	71,43	28,57
TOTAL MÉDIO (%)	70,21	29,79	59,09	40,91

No período de ocorrência do El Niño, a partir do mês de abril, há uma redução significativa da precipitação, prejudicando assim o reabastecimento os reservatórios superficiais e a agricultura de sequeiro, iniciando assim, um período de seca ou estiagem durante o ano.

Com a ocorrência do La Niña, os meses de fevereiro a maio, o DPP fica acima de zero em mais de 50%, contribuindo para um período de boas chuvas no quadrimestre, caso não ocorra à interferência de outro fenômeno atmosférico.

A exemplo, Marengo et al. (2018), ao estudar o período da seca 2010-2016 na região semiárida, distada que no ano de 2012, foi um ano seco, com ocorrência do La Niña, tal fato, pode ser explicado devido as anomalias de TSM no Atlântico tropical e, assim, a posição e

intensidade da ITCZ e sistemas transitórios, também afetam variabilidade da precipitação no nordeste do Brasil, o que levou vários municípios a declarar estado de emergência.

CONCLUSÕES

Constatou-se o período seco do município é compreendido entre junho a novembro, porém os meses que possuem os maiores percentuais na classe (MS) são de agosto a outubro, definindo assim o trimestre seco, se enquadram nessa classe com o maior percentual (88,24%) dos meses de setembro de toda a série, os mesmos com precipitações até 4,5 mm.

O Desvio Padronizado de Precipitação nos auxiliou na investigação da influência de eventos El Niño (EN) e La Niña (LN) na precipitação de Patos, constatando que os DPP apresentam valores negativos e positivos, ocorrendo à predominância dos DPP negativos, para ambos os eventos El Niño e La Niña, sendo superior a 70% e próximo de 60%, respectivamente, o que significa chuvas abaixo da média, no período em estudo.

Os resultados apresentados não indicam uma evidência significativa da influência dos fenômenos El Niño e La Niña sobre a variabilidade da chuva na cidade Patos-PB, o que não permite inferir se existe uma evidência significativa da influência dos fenômenos sobre a variabilidade da chuva, o que requer maiores investigações levando em considerações outros fenômenos atmosféricos associados à ocorrência desses fenômenos, como o Dipolo do Oceano Atlântico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BEZERRA, J. R de A. A seca no Nordeste Brasileiro: uma leitura do Jornal na Folha de São Paulo. **Revista Termática**, v. 12, n. 8, p. 146-160, 2016.

CPRM - Serviço Geológico do Brasil Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. **Diagnóstico do município de Patos, estado da Paraíba**. Organizado [por] MASCARENHAS, J. DE C.; BELTRÃO, B. A.; SOUZA JUNIOR, L. C. DE; MORAIS, F. DE; MENDES, V. A.; MIRANDA, J. L. F. de. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005. 10 p.

GOMES, L. C. F.; SANTOS, C. A. C; ALMEIDA, H. A. Balanço de energia à superfície para a cidade de Patos-PB usando técnicas de sensoriamento remoto. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 6, n. 1, p. 15-28, 2013.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2019. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/>. Acesso em: 08 jul. 2019

- INMET. Instituto Nacional de Meteorologia, 2019. **Acesso a Informações**. Disponível: <http://www.inmet.gov.br/portal/>. Acesso: 25 maio. 2019.
- LUCENA, D. B., FILHO, M. F. G., SERVAIN, J. Avaliação do Impacto de Eventos Climáticos Extremos nos Oceanos Pacífico e Atlântico Sobre a Estação Chuvosa no Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 26, n. 2, p. 297–312, 2011.
- MARENGO, J. A.; ALVES, L. M.; ALVALA, R.; CUNHA, A. P.; BRITO, S.; MORAES, O. L. 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, 2018.
- MEDEIROS, B. C.; BARRETO, A. B.; OLIVEIRA, J. A.; SILVA, M. Análise quantitativa da variabilidade da chuva em João Pessoa - PB, em várias escalas de tempo. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v 8, n. 6, p. 1748-1761, 2015.
- MORAES NETO, J. M. de; BARBOSA, M. P.; ARAUJO, A. E. Efeito dos eventos ENOS e das TSM na variação pluviométrica do semi-árido paraibano. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 11, n. 1, p. 61-66, 2007.
- PALHARINI, R. S. A.; VILA, D. A. Climatological behavior of precipitating clouds in the northeast region of Brazil. **Advances in Meteorology**, p. 1-17, 2017.
- PINKAYAN, S. Conditional probabilities of occurrence of wet and dry years over a large continental area. Boulder-CO: Colorado State University. **Hidrology Papers**, v. 12, p. 1-60, 1966.
- RÊGO, M. de F. de F.; TRAJANO, D. M. de A.; 2000. Proposta de Instituição do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Piranhas-Açu, Conforme Resolução nº 5, de 10 de abril, do Conselho Nacional de Recursos Hídricos. Ministério do Meio Ambiente Agência Nacional de Águas. Governo do Estado da Paraíba Governo do Estado do Rio Grande do Norte.
- SUDENE. Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste, 2019. **Delimitação do Semiárido**. Recife.