

ANÁLISE DA ESTATÍSTICA DESCRITIVA E TENDÊNCIA EM UMA SÉRIE HISTÓRICA PLUVIOMÉTRICA NO MUNICÍPIO DE SÃO DOMINGOS DO CAPIM/ PARÁ

¹Mônica Silva de Sousa^{1}; ²Rafaela Nazareth Pinheiro²; ³Lígia Conceição Tavares³; ⁴Izabelle Ferreira de Oliveira⁴; ⁵Raisa Rodrigues Neves⁵; ⁶Rosa Maria da Luz Mendes⁶; ⁷Daniel Santos da Cunha⁷; ⁸Luiza Carla Girard Mendes Teixeira⁸ & ⁹Lindemberg Lima Fernandes⁹.*

Resumo – Este artigo teve como objetivos avaliar uma estação pluviométrica localizada no município de São Domingos do Capim pertencente ao estado do Pará, através da estatística descritiva e testes não paramétricos, como Man-Kendall e coeficiente de Spearman. Para assim, verificar através desta análise se a tendência das precipitações no município é aumentar ou diminuir a lamina d'água com o decorrer dos anos. E para a análise da estatística descritiva e realização dos métodos não paramétricos foram utilizados o Microsoft Excel 2013 e o software BioEstat 5.3. A média anual acumulada da precipitação no município foi de 1.775.62 mm, abaixo do valor médio encontrado na literatura. O ano de menor índice pluviométrico registrado foi em 1995 e o de máximo foi em 2001, 780 mm e 2.696,6 mm, respectivamente. Quanto a análise de tendência, tanto para o teste de Mann-Kendall como para Spearman não foi verificada tendência significativa, Porém, ao analisar a lamina d'água através do teste de inclinação do SEN, verificou-se uma tendência de diminuição da lamina d'água em 6,57 mm/ano.

Palavras-Chave – Precipitação, Man-Kendall, Spearman.

ANALYSIS OF DESCRIPTIVE STATISTICS AND TREND IN A HISTORICAL PLUVIOMETRIC SERIES IN THE MUNICIPALITY OF SÃO DOMINGOS DO CAPIM / PARÁ

Abstract – This article had objectives like to evaluate one historical pluviometric series located at São Domingos do Capim county of Pará, through descriptive statistics and non-parametric tests, such as Man-Kendall and Spearman's coefficient. Thus, to verify through this analysis if the tendency of the rainfall in the municipality is to increase or decrease of the rainfall regime with the course of the years. In addition, for the analysis of descriptive statistics and non-parametric methods, we used Microsoft Excel 2013 and BioEstat 5.3 software. The accumulated annual average of the precipitation in the municipality was 1,775.62 mm, below the average value found in the literature. The year with the lowest rainfall index was in 1995 and the maximum was in 2001 (780 mm and 2,696.6 mm, respectively). As for the trend analysis, for both the Mann-Kendall test and the Spearman test, no

^{1*} Eng.^a Sanitarista e Ambiental, Mestranda em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental. Universidade Federal do Pará. E-mail: eng.monicasousa@hotmail.com

² Eng.^a Civil, MSc. Em geotecnia pela universidade de Brasília (UnB). Professora da Universidade federal do Sul e Sudeste do Pará (Unifesspa) E-mail: rafaelanpos@gmail.com

³ Eng.^a Sanitarista e Ambiental, Mestranda em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. E-mail: ligiactavares@ymail.com

⁴ Eng.^a Ambiental. Mestranda em Recursos Hídricos e saneamento ambiental. Universidade Federal do Pará. E-mail: iza.belemm@hotmail.com

⁵ Eng.^a Sanitarista e Ambiental, MSc., em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental. Universidade Federal do Pará. E-mail: raisanevesufpa@gmail.com

⁶ Eng.^a Ambiental e de Energias Renováveis. MSc. Em Aquicultura. Doutoranda pela universidade Federal do Pará. E-mail: rosa.luzmendes@gmail.com

⁷ Graduando em Eng. Florestal. Universidade Federal Rural da Amazônia. E-mail: Daniel_santo_sc@hotmail.com

⁸ Eng.^a Civil. Dr.^a em Desenvolvimento Sustentável do tópicos Úmido. Professora da Universidade Federal do Pará. E-mail: luiza.girard@gmail.com

⁹ Eng.^a Civil. Dr. em Desenvolvimento Sustentável do tópicos Úmido. Professor da Universidade Federal do Pará. E-mail: linlimfer@gmail.com

significant trend was observed. However, when analysing the water slide through the SEN slope test, there was a tendency for decrease the rainfall size about 6.57 mm / year.

Keywords – Rainfall, Man-Kendall, Spearman.

1. INTRODUÇÃO

Dados da distribuição pluviométrica de uma região, tanto no tempo como no espaço, é importante tanto para planejar a época de plantio e colheita, como também para os trabalhos de conservação do solo, planejamento e construção de estradas, barragens, projetos de irrigação e drenagem, cujos dimensionamentos adequados é necessário conhecer quanto, onde e quando ocorrem.

Considerada como o principal controlador do balanço hídrico, as chuvas se caracterizam pela forte irregularidade temporal e distribuição espacial. Desta forma, as disponibilidades hídricas para as atividades bióticas estão diretamente associadas ao regime e comportamento mensal e sazonal das chuvas. (ASSUNCAO, 1999).

De acordo com Salviano (2015), a análise espacial de tendências permite observar as mudanças no comportamento e determinar em quais regiões uma determinada variável vem sofrendo mudanças significativas ao longo do tempo. Mudanças que podem estar relacionadas a diversos fatores, de origem antrópica como desmatamentos e urbanização desenfreada (Serra Filho *et al.*, 1975; Karl *et al.*, 1988) ou não antrópica como a intensificação da atividade solar e fenômenos naturais como o *El Niño* e *La Niña* (MARENGO, 2010).

Para Lopes (2013) diferentes técnicas veem sendo usadas para diagnosticar tendências e/ou variações hidrometeorológicas. A temperatura e a precipitação são os principais parâmetros envolvidos nas variações climáticas e o interesse pelas técnicas estatísticas tem aumentado consideravelmente, entre elas o teste estatístico de Mann-Kendall.

Neste sentido, este trabalho tem como objetivo avaliar uma estação pluviométrica localizada no município de São Domingos do Capim, através da estatística descritiva e testes não paramétricos, como Man-Kendall e coeficiente de Spearman, para verificar através desta análise se a tendência é de aumento ou diminuição das precipitações no município com o decorrer dos anos.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Área de Estudo

A série histórica de estudo fica localizada na bacia do atlântico trecho norte/nordeste, no município de São Domingos do Capim, pertence ao nordeste paraense. O município possui área de 1.677,249 Km², população de 30.987 habitantes, fundado em 1932 (IBGE, 2016). De acordo com Köppen e Geiger a temperatura média é de 26.7 °C com precipitação média anual de 2.308 mm.



Figura 1. Mapa de localização do município de São Domingos do Capim.
Fonte: IBGE, 2016.

2.2 Tratamento estatístico dos dados

Os dados de precipitação utilizados foram provenientes da Agência Nacional das Águas (ANA), a série histórica possui código 00348001, tem 33 anos de dados, está em operação de 1982. Os dados baixados e utilizados na pesquisa foram os totais anuais de precipitação.

Para a análise dos dados da série histórica, foram realizados tratamento estatístico no Microsoft Excel e no software Bioestat 5.3, para fim de se obter resultados da estatística descritiva, através da obtenção de gráficos box-Plot e gráficos de precipitação ao longo dos anos e média móvel relacionada com os fenômenos El Nino e La Nina. Além da análise dos métodos não paramétricos para verificar se a série histórica em estudo possui tendência ou não, ou seja, verificar se a hipótese nula foi confirmada ou negada.

O teste de Mann-Kendall é um teste não-paramétrico (Mann, 1945; Kendall, 1975), sugerido pela Organização Meteorológica Mundial (OMM) para avaliação da tendência em séries temporais de dados ambientais (LOPES, 2013).

Para a realização do teste de Mann-Kendall é necessário saber a soma(S), a variabilidade VAR(s) e o Z_{MK} . Primeiramente a série histórica contendo os dados de precipitação foram arrumados em colunas e linhas, feitas as subtrações de cada valor de precipitação, posteriormente e posterior soma e cálculo da variabilidade (1), o valor da soma foi negativo, portanto utilizou-se a seguinte equação para o cálculo do Z de Mann-Kendall (2):

$$VAR(s) = (1/18[n(n - 1) x (2n + 5)]) \quad (1)$$

$$Z_{MK} = (S + 1) / \sqrt{\text{var}(rs)} \quad (2)$$

O valor de Z_{MK} indica tendência de crescimento positivo se for maior que o nível de significância (α), crescimento negativo se der sinal negativo e dentro do nível de significância, se Z_{MK} for entre o nível de significância não há tendência.

Para a obtenção do coeficiente de correlação de Spearman foi necessário organizar os dados a serem analisados em ordem crescente e posterior ranqueamento de cada precipitação em relação ao ano. Em seguida, foram feitos os cálculos do coeficiente de Spearman (3), variabilidade de Spearman (4), cálculo do T-Student (5) e o T- calculado (6).

$$\rho = \left(1 - \frac{6 \sum d^2}{n^3 - n} \right) \quad (3)$$

$$\text{Var}(rs) = \frac{1}{n - 2} \quad (4)$$

$$t = \frac{rs}{\sqrt{\text{var}(rs)}} \quad (5)$$

$$t_{\text{calc}} = \frac{rs}{\sqrt{(1 - rs^2) / N - 2}} \quad (6)$$

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Estatística descritiva

Os resultados da estatística descritiva estão expostos na tabela 1 e na Figura 2, nos quais pode se observar os valores de máx, min, mediana. Nesta série histórica dos 33 anos de precipitação 50% dos resultados encontram-se abaixo de 1614,1mm (mediana), com o mínimo valor de 780 mm e o máximo de 2696,6 mm, Média de 1775,6 mm, com desvio padrão de 514,380 mm da média, ou seja, os dados de precipitação podem ter valores de 514,380 mm acima ou abaixo da média (1775,6 + 514,380 mm ou 1775,6 – 514,380 mm).

Tabela 1. Estatística descritiva.

ESTATÍSTICA	PRECIPITAÇÃO (mm)
No. de observações	33
Mínimo	780.000
Máximo	2696.600
Amplitude	1916.600
1° Quartil	1355.300
Mediana	1614.100
3° Quartil	2210.600
Soma	58595.400
Média	1775.618
Desvio-padrão (n)	514.380

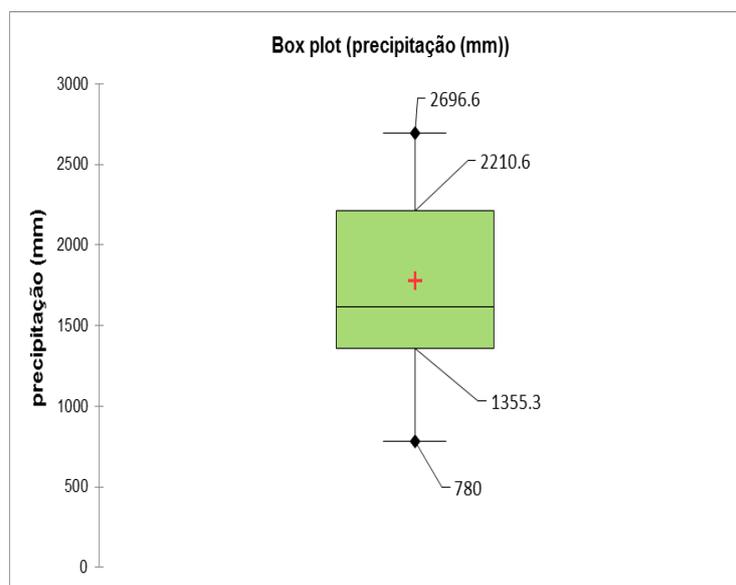


Figura 2. Box-plot precipitação.

Na Figura 3, estão expostos os dados de precipitação dos 33 anos da série histórica. Nesta figura verifica-se que o ano de menor índice pluviométrico foi em 1995 e o de máximo foi em 2001. Ainda, 51% dos valores estão abaixo da média, enquanto 49% estão acima da média de 1.775,62 mm. Ao comparar essa média com a média de precipitação anual do município que é de 2.308 mm verifica-se que a média da estação em estudo é inferior à da literatura.

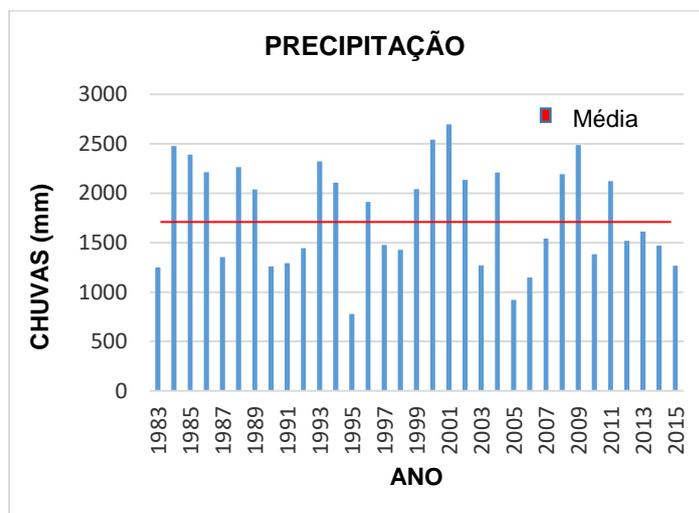


Figura 3. Precipitação acumulada por ano.

Na Figura 4, verifica-se a média móvel de um período de 3 em 3 anos com a análise do El nino e La Nina, dois fenômenos naturais que de alguma forma influenciam na precipitação de uma bacia hidrográfica. Esta interferência pode ser medida de fraca, moderada ou forte.

Para a análise da série histórica em estudo observou-se apenas os fenômenos com período de intensidade forte, como pode se observar, tanto o El Nino como o La Nina interferiram de forma significativa no decréscimo da precipitação no período de ocorrência destes fenômenos, ainda pode se dizer que no período de ocorrência do o El nino houveram os maiores déficits de precipitação (1990 a 1993 e 1997 a 1998).

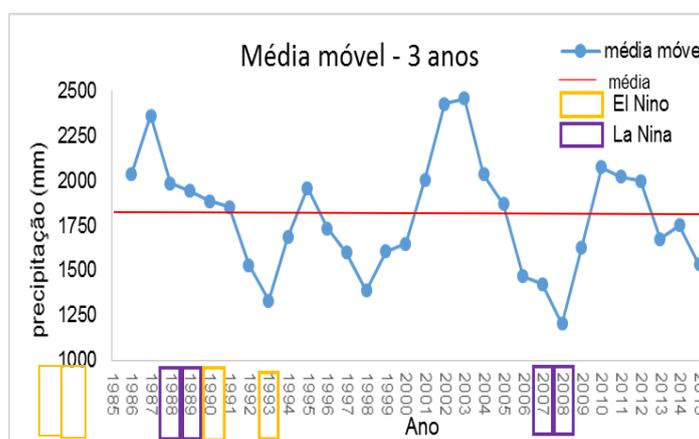


Figura 4. Média móvel relacionando os fenômenos El Nino e La Nina.

3.2 Análise de tendência: testes de Mann-Kendall e coeficiente de Spearman.

De acordo com os resultados da análise de tendência expostos na Tabela 2, para todos os três períodos analisados no teste de Mann-Kendall foi confirmada a hipótese nula (nível de significância de 5%), ou seja, as precipitações no município de São Domingos do Capim não estão tendendo a aumentar ou diminuir de forma significativa. Porém, ao analisar a lamina d'água através do teste de inclinação do SEN, verificou-se uma tendência de diminuição da lamina d'água em 6,57 mm/ano.

Para o método não paramétrico do coeficiente de spearman o T- student foi de $|-0,5787| < T$ crítico que para series superiores a 30 anos de dados equivale a $|-1,96|$, confirmando também a hipótese nula, ou seja, a série histórica não tem tendência.

Pesquisadores como Hooper *et al.* (2005), Santos e Brito (2007), Damé *et al.* (2013), afirmam que fatores antrópicos, como o desmatamento e uso indevido dos ecossistemas podem modificar o clima de uma região, contribuindo para as mudanças no sistema global (MANKE, 2015). Neste sentido, os acontecimentos naturais como El Nino e La Nina podem ser uma das principais causas da variação da precipitação total anual na estação estudada, além de causas antrópicas como desmatamento ou urbanização.

Tabela 2. Resultado dos testes não paramétricos, Mann-Kendall e Spearman.

Mann-kendall	Período	Resultados
N=10 $z_{mk} = -0,6261$	2006 - 2015	Confirmou a hipótese nula (h_0). Não há tendência
N = 20 $z_{mk} = -0,9084$	1996 - 2015	Confirmou a hipótese nula (h_0). Não há tendência
N=33 $z_{mk} = -0,6508$	1983 - 2015	Confirmou a hipótese nula(h_0). Não há tendência
SEN-MK = -6,567	1983 - 2015	Diminuição na lamina d'água em 6,57mm
Coef. De Spearman	Período	Resultados
N=33 $T_{cal} = -0,5819$ $T_{cr} = -1,96$	1983 - 2015	$ T_{cal} < T_{cr} $ Não há correlação/ não há tendência significativa.

4. CONCLUSÕES

Através da análise dos resultados da estatística descritiva foi possível conhecer a estação pluviométrica e verificou-se pela relação da média móvel com os fenômenos naturais El nino e La Nina de intensidade forte que nestes períodos de ocorrência forem registrados os menores dados de precipitação. Foi possível verificar que ao longo dos anos essa estação pluviométrica não apresentou tendência para os testes não paramétricos de Mann-Kendall e Spearman (nível de significância de 5%). Esses resultados podem estar relacionados com os fenômenos naturais, desmatamento, o tipo de atividade econômica que é desenvolvido na região, dentre outras ações antrópicas.

REFERÊNCIAS

a) Artigo em revista

LOPES, J.R.F. Aplicação do teste de Mann-Kendall para análise de tendência pluviométrica no estado do Ceará. Revista de Geografia (UFPE), 2013.

SALVIANO, M.F, et.al. Análise de tendências em dados de precipitação e temperatura no Brasil. Revista Brasileira de Meteorologia, 2016.

ASSUNÇÃO, H.F. análise temporal e espacial do regime pluviométrico no município de Toledo, estado do Paraná

b) Artigo em anais de congresso ou simpósio

MANKE, E.B.Et.al. Análise de tendências climáticas na região norte do estado do Rio Grande do Sul. XXI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2015.

c) Sites

IBGE. **Instituto brasileiro de geografia e estatística Disponível** em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=150720>>. Acesso em: 07/Dez. 2016.

HIDROWEB-ANA. Disponível em <<http://www.snirh.gov.br/hidroweb/>>. Acesso em: 09/Set. 2016.