

EVIDÊNCIAS DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS NO MUNICÍPIO DE CHAPADINHA DO MARANHÃO.

Janaque Nunes Passinho ¹

Leonardo Henrique de Sá Rodrigues ²

Vicente Marques Silvino ³

Jeane Marilda Pinto Serra ⁴

Mudanças Climáticas

Resumo

Dentro do ciclo hidrológico, a precipitação e a temperatura são variáveis climáticas fundamentais para o entendimento da dinâmica do meio físico. A compreensão do comportamento sazonal e da tendência de aumento ou decréscimo dessas variáveis é estratégica para o planejamento do meio ambiente, geração de energia e manejo da agricultura, especialmente em condições tropicais. O objetivo desse trabalho foi investigar evidências de mudanças climáticas na precipitação e temperatura no município de Chapadinha no Estado do Maranhão. Foram utilizados dados mensais de temperatura e precipitação de uma estação meteorológica convencional localizada no município de Chapadinha – MA, foram fornecidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia no período de 1985 a 2015. Para o processamento dos dados, foi realizado um teste estatístico não paramétrico denominado Mann-Kendall, recomendado pela *World Meteorological Organization* para avaliação de tendências em séries temporais de dados ambientais. De acordo com o teste estatístico, os valores para a série de precipitação apresentaram que durante o período estudado, a estação meteorológica localizada no município de Chapadinha registrou tendência negativa não significativa ($p > 0,05$). Em relação a temperatura média para o período de 1985 a 1995 foi de 26,21 °C, porém, houve um aumento de 1,12 °C nos últimos 10 anos estudados. Os índices de MK mostraram significativa tendência de aumento da temperatura média no período de 1985 a 2015. De acordo com os resultados obtidos, podemos afirmar que houve uma alteração no ciclo hidrológico do município de Chapadinha, visto que, há uma tendência de diminuição da chuva e de aumento da temperatura nos últimos 30 anos.

Palavras-chave: Sensoriamento remoto, desastres naturais, mudanças globais.

¹ Aluno do Mestrado em Meio Ambiente da Universidade Ceuma – Laboratório de Geotecnologias, janaquepassinho@gmail.com.

² Aluno do Mestrado em Meio Ambiente da Universidade Ceuma – Laboratório de Geotecnologias, leohsr@gmail.com.

³ Aluno do Mestrado em Meio Ambiente da Universidade Ceuma – Laboratório de Geotecnologias, marquessilvino@terra.com

⁴ Aluna do Curso de especialização em Segurança no Trabalho da Universidade Candido Mendes, jeanemperra@gmail.com.

INTRODUÇÃO

A zona leste maranhense é caracterizada pela alta diversidade de ecossistemas, biodiversidade e condições climáticas. No entanto, houve o aumento da agricultura durante a década de 2000, ocasionando uma variabilidade climática.

Diversas pesquisas realizadas desde o início do século XXI têm mostrado fortes indicadores da ocorrência de mudanças climáticas, não somente relacionadas à temperatura média, mas também aos extremos climáticos em escalas global e regional. Aumento na frequência de noites quentes, ondas de calor, precipitações pluviais diárias mais intensas, enchentes e secas pronunciadas têm sido observada em diversas partes do planeta, o que tem resultado em grandes impactos econômicos e sociais. Por outro lado, a amplitude térmica diária, ondas de frio e dias de geadas severas estão diminuindo significativamente (ASADIEH et al., 2015; HANSEN et al., 2010; IPCC, 2007, 2013).

Dentro do ciclo hidrológico, a precipitação e a temperatura são variáveis climáticas fundamentais para o entendimento da dinâmica do meio físico. A compreensão do comportamento sazonal e da tendência de aumento ou decréscimo dessas variáveis é estratégica para o planejamento do meio ambiente, geração de energia e manejo da agricultura, especialmente em condições tropicais (Mello e Silva, 2009).

Portanto, a falta de informação sobre as alterações na temperatura e precipitação também poderão ocasionar mudanças nos recursos hídricos, afetando o abastecimento humano, geração de energia e agricultura. Para isso, Mann (1945) desenvolveu um método probabilístico e tem sido amplamente utilizado para análise de tendências em series temporais de dados ambientais (Hipel e McLeod, 2005).

Vários países são vulneráveis às mudanças climáticas, em virtude do aumento da população humana, falta de água, degradação da terra e instabilidade alimentar. No Brasil, algumas regiões podem ter seus níveis de temperatura e de chuva modificados com o aquecimento global. Com a mudança dos padrões anuais de chuva, ou mesmo onde não houver alteração do total anual, deverá ocorrer intensificações de eventos severos. Marengo et al. (2008), ao estudar as temperaturas máximas e mínimas no Sul do Brasil de 1960 a 2002, encontrou um aquecimento sistemático da região, detectando tendências positivas na

temperatura máxima e mínima em níveis anual e sazonal. A amplitude térmica indicou tendências negativas fortes nesse período, sugerindo que as alterações na temperatura mínima foram mais intensas do que nas máximas, especialmente no verão.

Portanto, o objetivo geral desse trabalho foi investigar evidências de mudanças climáticas na precipitação e temperatura no município de Chapadinha no Estado do Maranhão.

METODOLOGIA

Inicialmente foi utilizado o método de revisão bibliográfica nas principais fontes de pesquisas relacionadas a temática. Em seguida, foram utilizados dados mensais de temperatura e precipitação de uma estação meteorológica convencional localizada no município de Chapadinha – MA, fornecidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia – INMET no período de 1985 a 2015.

Para o processamento dos dados, foi realizado um teste estatístico não paramétrico denominado *Mann-Kendall*, recomendado pela *World Meteorological Organization* (WMO) para avaliação de tendências em séries temporais de dados ambientais (Yue et al., 2002).

Back (2001) descreveu o método de *Man Kendall* considerando uma série temporal de X_i de N termos ($1 \leq i \leq N$). O teste consiste na soma t_n do número de termos m_i da série, relativo ao valor X_i , cujos termos precedentes ($j < i$) são inferiores ao mesmo ($X_j > X_i$). Isto é: $t_n = \sum_{i=1}^n m_i$. Para séries com grande número de termos (N), sob a hipótese nula (H_0) de ausência de tendência, t_n apresentará uma distribuição normal com média ($E(t_n)$) e variância ($Var(t_n)$): $E(t_n) = \frac{N(N-1)(2N+5)}{72}$, e $Var(t_n) = \frac{N(N-1)(2N+5)}{72}$. Testando a significância estatística de t_n para a hipótese H_0 usando um teste bilateral, esta pode ser rejeitada para grandes valores da estatística $u(t)$, pela seguinte equação: $u(t) = \frac{(t_n - E_{t_n})}{\sqrt{Var(t_n)}}$. O valor da probabilidade α é calculado por meio de uma tabela da normal reduzida, tal que $\alpha = \text{prob}(|u| > |u(t)|)$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A precipitação anual média no período de 1985 a 2015 fica em torno de 139,93 mm (DP= 154,189). No ano de 2008 foram observados os maiores valores de precipitação com média de 191,64 mm.

A tabela 1 apresenta os resultados do teste estatístico, os valores para a série de precipitação mostraram que durante o período estudado (Kendall Tau = -0,057328914, $p = 0,100$), a estação meteorológica localizada no município de Chapadinha registrou tendência negativa não significativa ($p > 0,05$). Em relação a temperatura média para o período de 1985 a 1995 foi de 26,21 °C, porém, houve um aumento de 1,12 °C nos últimos 10 anos estudados. Os indices de MK mostraram significativa tendência de aumento da temperatura média no período de 1985 a 2015 (Kendall Tau = 0,20471351, $p = 0,0001$).

Tabela 1. Índice sazonal do teste de Mann-Kendall para temperatura e precipitação.

Variável	Duração		Anual	
	Início	Fim	Tendência Linear	Kendall's tau
Temperatura	1985	2015	< 0.0001	0,20471351
Precipitação	1985	2015	0,100266437	-0,057328914

CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos, podemos afirmar que houve uma alteração no ciclo hidrológico do município de Chapadinha, visto que, há uma tendência de diminuição da chuva e de aumento da temperatura nos últimos 30 anos.

Algumas ações antrópicas podem justificar essas mudanças como a expansão agrícola na região durante a década de 2000, levando em consideração também fatores astronômicos como alterações na radiação solar ocasionada pelas movimentações orbitais do planeta.

REFERÊNCIAS

- ASADIEH, B.; KRAKAUER, N. Y.. **Global trends in extreme precipitation: climate models versus observations.** Hydrology and Earth System Sciences, v.19, n.2, p.877-891, 2015.
- BACK, A. J.. **Aplicação de análise estatística para identificação de tendências climáticas.** Pesquisa agropecuária brasileira, v.36, n.5, p.717-726, 2001.
- HANSEN, J.; RUEDY, R.; SATO, M.; LO, K.. **Global surface temperature change.** Reviews of Geophysics, v.48, p.1-29, 2010.
- HIPEL, K.W.; MCLEOD, A.I. **Time series modelling of water resources and environmental systems.** Elsevier, 1994.
- IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change. **Climate Change 2007: Working Group I: The Physical Science Basis (Summary for Policymakers).** Cambridge: IPCC, 2007.
- IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change. **Summary for Policymakers. Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.** Cambridge: Cambridge University Press, 2013.
- MARENGO, J. A.; CAMARGO, C. C.. **Surface air temperature trends in Southern Brazil for 1960–2002.** International Journal of Climatology: a Journal of the Royal Meteorological Society, v.28, n.7, p.893-904, 2008.
- MELLO, C.R. DE; SILVA, A.M. DA. **Modelagem estatística da precipitação mensal e anual e no período seco para o Estado de Minas Gerais.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 13, n. 1, p. 68-74, 2009.
- SILVA, F. B., SANTOS, J. R. N., FEITOSA, F. E. C. S., SILVA, I. D. C., ARAÚJO, M. L. S., GUTERRES, C. E., SANTOS, J. S., RIBEIRO, C. V., BEZERRA, D. S., NERES, R. L. **Evidências de Mudanças Climáticas na Região de Transição Amazônia-Cerrado no Estado do Maranhão.** Revista Brasileira de Meteorologia, v. 31, n. 3, 330-336, 2016.
- YUE, P.S; YANG, T.C.; WU, C.K. **Impact of climate change on water resources in southern Taiwan.** Journal of Hydrology, v. 260, p. 161-175, 2002.