UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA

Autorizada pelo Decreto Federal nº 77.496 de 27/04/76
Recredenciamento pelo Decreto nº 17.228 de 25/11/2016

PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
COORDENAÇÃO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

XXIII SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UEFS **SEMANA NACIONAL DE CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA - 2019**

ANÁLISE DE TENDÊNCIA PLUVIOMÉTRICA NO ESTADO DA BAHIA

Guilherme Montini Ramos dos Santos¹; Eduardo Henrique Borges Cohim Silva²;
Heráclio Alves de Araújo³ e Yagho de Souza Simões⁴

1. Bolsista PIBIC/CNPq, Graduando em Engenharia Civil, Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail: g.montini.cma@gmail.com
2. Orientador, Departamento de Tecnologia, Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail: edcohim@gmail.com
3. Participante do Centro de Análise e Previsão do Tempo, Instituto Nacional de Meteorologia, e-mail: heraclio.araujo@gmail.com
4. Participante da Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, e-mail: yagho.ssimoess@gmail.com

PALAVRAS-CHAVE: Tendência, Precipitação, Dias chuvosos.

INTRODUÇÃO

Dentro do contexto do ciclo hidrológico, a precipitação consiste de uma variável fundamental para o entendimento da dinâmica do meio físico influenciando estudos estratégicos acerca do meio ambiente, geração de energia e manejo da agricultura (Mello e Silva, 2009).

Estudos têm mostrado que a precipitação é um dos parâmetros mais influenciados com as mudanças climáticas globais. Segundo Galati et al (2015), tais mudanças podem impactar significativamente em diversos segmentos, como: agrícola, saúde da população, infraestrutura urbana, biodiversidade dos ecossistemas, dentre outros, expondo-os as condições extremas a exemplo do estresse térmico das ondas de calor, bem como da ocorrência de secas prolongadas e inundações, como resultado dos efeitos das mudanças climáticas.

Silva et al (2016) evidenciaram mudanças climáticas na região de transição Amazônia-Cerrado no estado do Maranhão em que estações de diferentes biomas indicaram tendências para a precipitação em períodos distintos ao longo do ano, com aumento das precipitações no período chuvoso e redução no período seco o que sugere impacto em toda dinâmica do meio físico.

Quanto aos cenários futuros, Tanajura et. al. (2010), analisaram as simulações do modelo global atmosférico-terra-oceano-gelo HadCM3, para produzir os cenários A2 (pessimista) e B2 (otimista) do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas, cuja sigla em inglês é IPCC, sobre o Estado da Bahia, para o período de 2070 a 2100. Resultados preliminares indicaram redução na precipitação anual e o aumento da temperatura média do ar em todo o Estado, quando comparado com a simulação do clima presente. O mesmo padrão de modificação da temperatura e da precipitação foi produzido para os dois cenários, mas com maiores magnitudes para o A2, ou seja, para o cenário pessimista. A maior redução de precipitação foi observada no litoral (com cerca de 70%) e o maior aumento de temperatura foi no noroeste e no norte do Estado (com cerca de 5°C).

Assim, esse estudo teve a finalidade de analisar as tendências climáticas de índices pluviométricos no estado da Bahia, a partir de postos que abrangem a maior área territorial e com séries com mais de cinquenta anos de observação.

MATERIAL E MÉTODOS

Neste trabalho, foram analisados os índices de precipitação anual e número de dias chuvosos em 32 municípios do estado da Bahia (Figura 1). Foram utilizadas séries com 52 anos de observação [1966 - 2017], à exceção de Ruy Barbosa, cuja série tinha dados relativos a 37 anos [1953 - 1989]. Esses municípios e suas localizações são mostrados no Quadro 1 e na Figura 1.

Figura 1. Distribuição espacial dos municípios estudados

Municípios	Municípios
1 Andaraí	17 Ituaçu
2 Barra	18 Jacobina
3 Barreiras	19 Jequié
4 Bom Jesus da Lapa	20 Juazeiro
5 Brotas de Macaúbas	21 Morro do Chapéu
6 Camacan	22 Planalto
7 Carinhanha	23 Queimadas
8 Cocos	24 Salvador
9 Correntina	25 Santa Rita de Cássia
10 Cotegipe	26 Santana
11 Eunápolis	27 Senhor do Bonfim
12 Formosa do Rio Preto	28 Valença
13 Ibotirama	29 Xique Xique
14 Itajuípe	30 Alagoinhas
15 Itamaraju	31 Ruy Barbosa
16 Itanhém	32 Caetité

Quadro 1. Municípios estudados

Os dados utilizados nesse estudo foram obtidos nos bancos de dados SEIA (Sistema Estadual de Informações Ambientais e de Recursos Hídricos) do Instituto de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (INEMA), HidroWeb (Sistema de Informação Hidrológica) da Agência Nacional de Aguas (ANA) e do BDMEP (Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa) do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

Para a análise de tendência pluviométrica optou-se pelo teste de Mann-Kendall, também utilizado por vários pesquisadores, a exemplo de Silvano, Groppo e Pellegrino (2016). Trata-se de um método robusto, sequencial e não paramétrico, que não requer uma distribuição normal dos dados e tem pouca influência com as mudanças abruptas ou séries não homogêneas. (Mann, 1945; Kendall, 1975). Entretanto, o método em questão exige a independência dos dados e sua aleatoriedade.

O teste de tendência de Mann-Kendall baseia-se na rejeição de uma hipótese nula H_0 a um nível de significância pré-determinado para que exista uma tendência significativa na série temporal. Neste trabalho foram testados dois níveis de significância, 5% e 10%. Essa significância pode ser interpretada como a probabilidade de cometer-se o erro ao rejeitar H_0 quando esta for verdadeira (Salviano; Groppo; Pellegrino; 2016).

Para que H_0 seja rejeitado, o valor absoluto da estatística da distribuição normal padrão Z_s deverá ser maior que 1,96, no caso de 95% de confiança. Para 90% de confiança, esse valor passa a ser 1,65.

Seja uma série n de dados do teste de Mann-Kendall, a variável estatística S é calculada a partir da somatória dos sinais (sgn) da diferença, par a par, de todos os valores da série (x_i) em relação aos valores que a eles são futuros (x_j), expressa nas equações (1) e (2).

$$S = \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n sgn(x_j - x_i) \quad (1)$$

$$sgn(x_j - x_i) = \begin{cases} +1; & \text{se } x_j > x_i \\ 0; & \text{se } x_j = x_i \\ -1; & \text{se } x_j < x_i \end{cases} \quad (2)$$

Quando o número de dados for maior ou igual a 10, a variável S pode ser comparada a uma distribuição normal. A variância, $Var(S)$, pode ser obtida a partir da equação (3), na qual ti representa a quantidade de repetições.

$$Var(S) = \frac{n(n-1)(2n+5) - \sum_{i=1}^n ti(i-1)(2i+5)}{18} \quad (3)$$

O índice Z é calculado a partir do sinal de S , indicado pela equação (4):

$$\begin{aligned} Z &= \frac{S-1}{\sqrt{Var(S)}}; \text{ para } S > 0 \\ Z &= 0; \text{ para } S = 0 \\ Z &= \frac{S+1}{\sqrt{Var(S)}}; \text{ para } S < 0 \end{aligned} \quad (4)$$

No que concerne ao teste de Regressão Linear, foi estabelecido o coeficiente angular como revelador do tipo de tendência verificada em cada indicador de chuva estudado. Para isso foi utilizado o Microsoft Office Excel que permite a aplicação do referido teste. O coeficiente indica o possível crescimento ou decrescimento da série histórica, utilizando níveis de significância iguais a 5% e 10%. Para obter valores significativos, o valor-p deve ser menor que 0,05 para o nível de significância de 5% e, 0,1 para 10%.

RESULTADOS E/OU DISCUSSÃO (ou Análise e discussão dos resultados)

As Figuras 2 e 3 mostram o resultado final do comportamento das tendências de precipitação no estado da Bahia, relativas aos testes de Mann-Kendall e da Regressão Linear, respectivamente. Observa-se nessas figuras as 5 características quanto às tendências: (1) de decrescimento para o nível de significância de 5%, (2) de crescimento para o nível de significância de 5%, (3) de decrescimento para os municípios que apresentaram tendência significativa apenas para nível de significância de 10%, (4) de crescimento para os municípios que apresentaram tendência significativa apenas para o nível de significância de 10% e (5) sem tendência.

Figuras 2 e 3. Resultado final para a Precipitação, utilizando o teste de Mann-Kendall e Regressão Linear.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos neste estudo mostraram que não há indícios de tendência para todo o estado da Bahia, fazendo-se necessário a análise por regiões ou locais. A maior parte dos municípios não apresentou tendência para nenhum dos dois parâmetros estudados.

Foi possível constatar uma tendência de decrescimento na série histórica de precipitação anual para as mesorregiões da Chapada Diamantina, Recôncavo, Nordeste, Norte e Sudoeste. Os resultados apontam que as chuvas naquela região venham a diminuir, trazendo diversos contratempos para a sociedade. Com relação ao outro indicador aqui analisado, número de dias com chuva, nenhuma região apresentou tendências significativas, fato este que não permite obter conclusões sobre este parâmetro.

REFERÊNCIAS

- DA SILVA, Roberto Omena Barbosa; MONTENEGRO, Suzana Maria Gico Lima; DE SOUZA, Weronica Meira. Tendências de mudanças climáticas na precipitação pluviométrica nas bacias hidrográficas do estado de Pernambuco. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 22, n. 3, 2017.
- GALATI, E.; CAMARA, T.; NATAL, D.; CHIARAVALLOTI-NETO, F. Mudanças climáticas e saúde urbana. **Revista USP**, n. 107, p. 79-90, 17 dez. 2015.
- IPCC, 2014: Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp.
- KENDALL, M.G.. **Rank Correlation Methods**. Charles Griffin, London. 1975
- LIMA, Jeane Rafael Araújo et al. Identificação de tendências climáticas no Estado da Bahia. **Revista de Geografia (Recife)**, v. 28, n. 3, p. 172-187, 2011.
- MANN, H.B. Nonparametric tests against trend. **Econometrica** 13, 245-259. 1945.
- MELLO, CR de; SILVA, AM 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.
- SALVIANO, Marcos Figueiredo; GROppo, Juliano Daniel; PELLEGRINO, Giampaolo Queiroz. Análise de tendências em dados de precipitação e temperatura no Brasil. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 31, n. 1, p. 64-73, 2016.
- SILVA, F. B. et al. Evidências de mudanças climáticas na região de transição Amazônia-Cerrado no estado do Maranhão. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 31, n. 3, p. 330-336, 2016.
- SIMÕES, Yagho & Cohim, Eduardo. (2018). TENDÊNCIAS DAS CHUVAS NO ESTADO DA BAHIA.
- TANAJURA, Clemente Augusto Souza; GENZ, Fernando.; ARAÚJO, Heráclio Alves. Mudanças climáticas e recursos hídricos na Bahia: validação da simulação do clima presente do HadRM3P e comparação com os cenários A2 e B2 para 2070-2100. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.25, n.3, 345 - 358, 2010