

ANÁLISE DE TENDÊNCIA EM SÉRIES DE PRECIPITAÇÃO MÁXIMA DIÁRIA ANUAL NO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

ARYANE ARAUJO RODRIGUES¹; MARCELLE MARTINS VARGAS²; MARIA PAULA FEITOSA TORMAM³; TAMARA CALDEIRA LEITZKE³; TIRZAH MOREIRA SIQUEIRA³

¹PPG em Ciências Ambientais, Universidade Federal de Pelotas – aryane_03.2@hotmail.com

²PPG em Recursos Hídricos, Universidade Federal de Pelotas – marcellevarg@gmail.com

³Centro de Engenharias, Universidade Federal de Pelotas – mariaptormam@gmail.com; tamaraleitzkecaldeira@ufpel.edu.br; tirzahsiqueira@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

Os estudos relacionados as chuvas intensas tornaram-se imprescindíveis, pois suas implicações nas bacias hidrográficas, como o escoamento superficial, as enchentes, a erosão e os deslizamentos de terra podem ocasionar sérios danos as atividades humanas e a sociedade (WESTRA et al., 2013).

Segundo CALDEIRA et al. (2015), para promover a gestão eficiente dos recursos hídricos é necessário dispor de informações consistentes que sirvam de subsídio para as tomadas de decisão, minimizando os efeitos catastróficos das chuvas intensas. Estas informações provêm, geralmente, de séries históricas de variáveis hidrológicas como a chuva e a vazão.

Uma vez que a precipitação possui grande variabilidade ao longo do tempo e do espaço, investigar alterações nos registros pluviométricos é muito importante, pois com as séries históricas são realizadas estimativas e simulações para diversas aplicações no campo da engenharia que consideram a hipótese de estacionariedade, ou seja, de que as séries não apresentam tendência temporal (MOREIRA; NAGHETTINI, 2016).

Neste sentido, estudos (DAMÉ et al., 2013; ÁVILA et al., 2014) vêm sendo conduzidos a fim de identificar estas alterações, que podem ser decorrentes das ações antrópicas, das mudanças climáticas ou mesmo da atuação de fenômenos meteorológicos como o ENOS (El Niño - Oscilação Sul), utilizando testes estatísticos não-paramétricos (GUEDES et al., 2019).

Diante do exposto, este estudo teve como objetivo analisar séries históricas de precipitação máxima diária anual (PMDA) no estado do Rio Grande do Sul, a fim de detectar a presença de tendência temporal e, se constatada, identificar o ano em que ocorreu esta mudança nos dados pluviométricos.

2. METODOLOGIA

O estudo contempla o estado do Rio Grande do Sul que, conforme a classificação climática de Köppen, possui clima do tipo Cfa e Cfb - úmido em todas as estações do ano, com verão quente e moderadamente quente e com chuva bem distribuída ao longo dos meses, não havendo sazonalidades evidentes (KUINCHTNER; BURIOL, 2016).

Inicialmente foram adquiridas, junto ao HidroWeb – Sistema de Informações Hidrológicas da Agência Nacional de Águas (ANA), mais de 700 séries históricas de chuva total diária. Estas séries foram processadas com o auxílio do software SYHDA – *System of Hydrological Data Acquisition and Analysis* (VARGAS et al., 2019), considerando como critério para constituição de séries de PMDA a existência de pelo menos 30 anos sem falhas, seguindo a recomendação da Organização Meteorológica Mundial (OMM) para estudos que visam compreender e identificar as variabilidades climáticas e as suas tendências (OMM, 1989). Com base neste critério, constituíram-se 169 séries.

Para verificar a existência de tendência, as séries foram submetidas aos testes estatísticos não-paramétricos de Mann-Kendall (MANN, 1945; KENDALL,

1975) e PETTITT (Pettitt, 1979), conduzidos no *software* MATLAB (POHLERT, 2016; LEE, 2019). O teste Mann-Kendall detecta a presença de tendências monotônicas em séries temporais, comparando cada valor da série com os valores restantes, sendo que a hipótese de nulidade (H_0) é a de que a série não apresenta tendência. Já o Pettitt, verifica se dois dados subsequentes pertencem a mesma população, permitindo identificar um ponto na série em que ocorre uma mudança brusca (conhecido como *changing point*) (JAVARI, 2016). Ambos os testes foram realizados considerando o nível de significância (α) igual a 0,05 ou 5%, sendo que a hipótese de nulidade (H_0) é rejeitada quando o nível descritivo ou p valor (probabilidade) é inferior ao nível de significância.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com o teste Mann-Kendall foi constatada a presença de tendência significativa em 31 das 169 séries históricas analisadas, ao nível de significância de 5%, rejeitando-se a hipótese de nulidade (H_0). Dentre estas, 25 apresentaram tendência de aumento e 6 de diminuição da PMDA, sendo que a maioria está concentrada nas regiões Noroeste e Nordeste do estado.

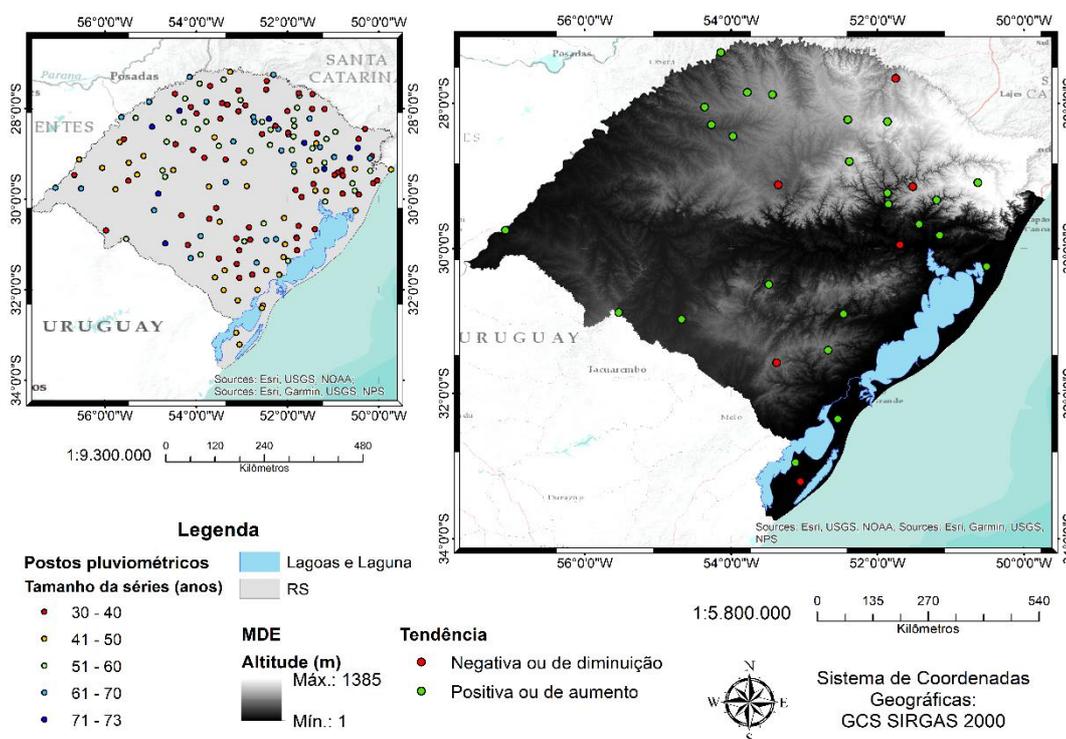


Figura 1 – Distribuição espacial das séries históricas de PMDA e identificação das que apresentaram tendência significativa de aumento ou diminuição ao longo do tempo.

GUEDES et al. (2019), analisando séries de precipitação total anual do norte do estado, constataram tendência positiva em 4 dos 8 postos pluviométricos considerados, tendo sido dois deles parte dos 169 utilizados neste estudo. Resultados similares foram encontrados por SANSIGOLO; KAYANO (2010) e CERA; FERRAZ (2015) estudando a precipitação total anual no estado do Rio Grande do Sul. Estes autores salientam que a presença de tendência muitas vezes é associada apenas às ações antrópicas ou às mudanças climáticas, sem contabilizar aspectos geográficos como o relevo, ou características das séries que influenciam nos resultados (YUE et al., 2002; MOREIRA; NAGHETTINI, 2016).

O poder do Mann-Kendall em detectar tendência está diretamente relacionado ao tamanho das séries e inversamente relacionado à variabilidade das mesmas (YUE et al., 2002). O tamanho médio das séries, cuja tendência é significativa, é de 53 anos, sendo que 20 das 31 possui pelo menos 50 anos; no

utilizadas para subsidiar estudos e projetos que necessitem destes dados. Além disso, foi constatado que a maioria das séries cuja tendência foi estatisticamente significativa têm tendência de aumento da PMDA ao longo do tempo.

Ademais, foi possível verificar a aplicabilidade e confiabilidade dos testes não-paramétricos em testar a estacionariedade de séries temporais de variáveis hidrológicas como a chuva.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ÁVILA, L.F.; MELLO, C.R.; YANAGI, S.N.M.; SACRAMENTO NETO, O.B. Tendências de temperaturas mínimas e máximas do ar no estado de Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 49, n. 4, p. 247-256, 2014.

CALDEIRA, Tamara L. et al. Modelagem probabilística de eventos de precipitação extrema no estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental-Agriambi**, v. 19, n. 3, 2015.

DAMÉ, R.C.F.; TEIXEIRA, C.F.A.; BACELAR, L.C.S.; WINKLER, A.S.; SANTOS, J.P. Montonic trend and change points in southern Brazil precipitation. **Engenharia Agrícola**, v. 33, n. 2, p.258-268, 2013.

JAVARI, Majid. Trend and homogeneity analysis of precipitation in Iran. **Climate**, v. 4, n. 3, p. 44, 2016.

KENDALL, M. Rank correlation methods (4th edn.), Charles griffin. **San Francisco, CA**, v. 8, 1975.

KUINCHTNER, Angélica; BURIOL, Galileo Adeli. Clima do Estado do Rio Grande do Sul segundo a classificação climática de Köppen e Thornthwaite. **Disciplinarum Scientia| Naturais e Tecnológicas**, v. 2, n. 1, p. 171-182, 2016.

LEE, Taesam. Mann-Kendall with Missing Values and Same Values. **MATLAB Central File Exchange, 2019**. Acessado em 26 de ago. de 2019. Online.

MANN, Henry B. Nonparametric tests against trend. **Econometrica: Journal of the Econometric Society**, p. 245-259, 1945.

MOREIRA, J.G.V.; NAGHETTINI, M. Detecção de tendências monotônicas temporais e relação com erros dos tipos I e II: estudo de caso em séries de precipitações diárias máximas anuais do estado do Acre. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 31, n. 4, p. 394-402, 2016.

OMM. Organização Meteorológica Mundial. Calculation of monthly and annual 30 - year standard normals. Geneva (WMO). Technical document, v.341; **WCDP**, n.10, 1989.

PETTITT, A. N. A non-parametric approach to the change-point problem. **Journal of the Royal Statistical Society: Series C (Applied Statistics)**, v. 28, n. 2, p. 126-135, 1979.

POHLERT, Thorsten. Non-parametric trend tests and change-point detection. **CC BY-ND**, v. 4, 2016.

SANSIGOLO, C.A.; KAYANO, M.T. Trends of seasonal maximum and minimum temperatures and precipitation in Southern Brazil for the 1913-2006 period. **Theoretical and Applied Climatology**, v. 101, n. 1-2, p. 209-216, 2010.

VARGAS, M. M.; BESKOW, S.; CALDEIRA, T. L.; CORREA, L. L.; CUNHA, Z. A. SYHDA. (2019). System of Hydrological Data Acquisition and Analysis. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, 24 (11).

YUE, S.; PILON, P.; CAVADIAS, G. Power of the Mann-Kendall and Spearman's rho tests for detecting monotonic trends in hydrological series. **Journal of Hydrology**, v. 264, p. 262-263, 2002.