

**TENDÊNCIAS CLIMÁTICAS NOS DADOS DE CHUVA DE ITATI, RS****LUCAS KISTER AMARAL<sup>1</sup>, ALESSANDRA JAÍNE MORAES DE OLIVEIRA<sup>2</sup>  
CLÁUDIA WEBER CORSEUIL<sup>3</sup>ÁLVARO JOSÉ BACK<sup>4</sup>**<sup>1</sup> Mestrando em Ciências Ambientais, Universidade do Extremo Sul Catarinense, lucas.sustentavel@gmail.com<sup>2</sup> Mestranda em Ciências Ambientais, Universidade do Extremo Sul Catarinense, alessandra.ambiens@gmail.com<sup>3</sup> Professor Associado I, Universidade Federal de Santa Catarina, claudia.weber@ufsc.br<sup>4</sup> Dr. Engenharia, Empresa de Pesquisas Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina, ajb@epagri.sc.gov.br

Apresentado no  
XLIX Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2020  
23 a 25 de novembro de 2020 – Congresso On-line

**RESUMO:** As mudanças climáticas podem causar sérios impactos para as atividades econômicas e em especial para a agricultura. Objetivo deste trabalho foi analisar as tendências na série histórica de precipitação do município de Itati (RS). Foram aplicados os testes de Mann-Kendall e Theil-Sen, visando identificar as possíveis tendências em relação às mudanças climáticas. Com base na série histórica de precipitação diária do período de 1960 a 2012 da estação pluviométrica da Serra do Pinto (Código 02950034), foram calculados os índices definidos pela Equipe de Especialista em Detecção, Monitoramento e Índices de Mudanças Climáticas e também a precipitação total por trimestre. Dos onze índices analisados somente observou-se tendência significativa nos índices R99p e PRCAMJ.

**PALAVRAS-CHAVE:** Mudanças Climáticas, Precipitação, Teste de Mann-Kendall.

**CLIMATE TRENDS IN RAIN DATA FROM ITATI, RS**

**ABSTRACT:** Climate change may cause serious impacts to economy, especially to agriculture. The aim of this study was to analyze trends in the historical precipitation of Itati city (RS). Mann-Kendall and Theil-Sen tests were applied to identify trends related to climate change. Daily historical precipitation from 1960 to 2012 of Serra do Pinto rain station (code 02950034) were used to calculate indexes defined by the Specialist Team on Detection, Monitoring and Climate Change Indices and also the total precipitation per quarter. The R99p and PRCAMJ indexes showed significant trends among the eleven indexes analyzed.

**KEYWORDS:** Climate Change, Precipitation, Mann-Kendall Test

**INTRODUÇÃO:** As discussões sobre ocorrência de mudanças climáticas vêm ganhando muito espaço no meio científico. As preocupações sobre as causas, consequências e possível intensificação dos fenômenos pelas ações antrópicas tem norteado essas discussões. A Comunidade de Pesquisa Internacional sobre o clima destaca que as emissões antropogênicas de Gases de Efeito Estufa (GEE), são consideradas um dos maiores influenciadores do aumento da temperatura do século XX, sendo as cidades um dos principais contribuintes dessas emissões (RIBEIRO; SANTOS, 2016). Desse modo, é possível determinar as ocorrências de mudanças climáticas por meio da análise de tendências históricas, que possibilita a avaliação de suas consequências na bacia hidrográfica impactada e respectivamente sobre a sociedade (PMBC, 2014). A determinação das tendências climáticas é fundamental para compreender as variações climáticas principalmente quando é realizada com foco em um local específico (SOUZA; AZEVEDO, 2009). O presente estudo teve por

objetivo analisar as tendências climáticas de índices de precipitação pluviométrica do município de Itati (RS).

**MATERIAL E MÉTODOS:** No presente estudo, foram utilizados os dados diários de precipitação da estação pluviométrica da Serra do Pinto (Código 2950034), localizada no município de Itati, Rio Grande do Sul (Latitude: -29,38; Longitude: 50,18). O período da série histórica escolhida foi de 1960 a 2012. Foram calculados os índices climáticos relativos aos dados de precipitação (Tabela 1), definidos pela Equipe de Especialista em Detecção, Monitoramento e Índices de Mudanças Climáticas (PETERSON, 2005) que se encontram descritos em Sensoy et al. (2007). De modo a avaliar a tendência de mudanças climáticas utilizou-se o teste não paramétrico de Mann-Kendall, o qual não fornece estimativa da magnitude da tendência. Nesse contexto utilizou-se o método descrito por Hirsch et al. (1992) com o teste não paramétrico de Theil-Sen (HELSEL e HIRSCH, 2002), para obter a estimativa robusta da inclinação ( $\beta$ ).

TABELA 1: Índices climáticos de precipitação pluvial.

Índice	Nome do Indicador	Índice	Nome do Indicador
PRCTOT	Precipitação total anual nos dias úmidos	Rx2	Quantidade máxima de precipitação em dois dias
Wday	Índice de precipitação diária	Rx3	Quantidade máxima de precipitação em três dias
Pmedia	Precipitação média diária	Rx5	Quantidade máxima de precipitação em cinco dias
R10	Número de dias com precipitação acima de 10 mm	NDD	Dias Consecutivos secos
R20	Número de dias com precipitação acima de 20 mm	NDW	Dias consecutivos úmidos
R25	Número de dias com precipitação acima de 25 mm	PRCJFM	Precipitação total no verão
R95p	Dias muito úmidos	PRCAMJ	Precipitação total no outono
R99p	Dias extremamente úmidos	PRCJAS	Precipitação total no inverno
Rx1	Quantidade máxima de precipitação em um dia	PRCOND	Precipitação total na primavera

Para efeitos de análise o Z de Mann-Kendall, foi submetido a um teste bi-caudal, ao nível de significância  $\alpha$ , rejeita-se  $H_0$  se o teste estatístico padronizado,  $Z < -Z_{\alpha/2}$  ou  $Z > Z_{\alpha/2}$ , em que a estatística normalizada Z de Mann-Kendall, segue a distribuição normal com média zero e variância um. O valor de Z é pode ser calculado por:

$$Z = \begin{cases} \frac{S - 1}{\sqrt{\text{var}(S)}} & \text{se } S > 0 \\ 0 & \text{se } S = 0 \\ \frac{S + 1}{\sqrt{\text{var}(S)}} & \text{se } S < 0 \end{cases}$$

Para o valor “p” que indica a probabilidade de rejeitar a hipótese nula, sendo esta verdadeira. Este valor foi avaliado tendo como nível de significância 5% ( $\alpha = 0,05$ ). O teste

de Mann-Kendall não fornece estimativa da magnitude da tendência e desse modo, para obter esta estimativa foi utilizado o método descrito em por Hirsch et al. (1992), com o teste não paramétrico de Theil-Sen (HELSEL; HIRSCH, 2002), para obter a estimativa robusta da inclinação ( $\beta$ ) foi definida por:

$$\beta = \text{mediana} \left( \frac{y_j - y_i}{t_j - t_i} \right), \text{ para todos } i > j$$

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** A Tabela 2 apresenta as estatísticas do Teste de Mann-Kendall com a respectiva significância, e o valor da mediana com a inclinação e seu intervalo de confiança segundo o teste Theil-Sen.

TABELA 2: Resultados dos testes de Mann-Kendall e Theil-Sen

Índice	Teste Mann-Kendall			Teste Theil-Sen		
	Z	p	Mediana	$\beta$	Int.de Conf. 95% de $\beta$	
PRCTOT (mm)	1,673	0,0943	1467,3	5,1380	-0,9747	11,3485
Wday (das)	1,649	0,0991	124,0	0,2000	-0,0355	0,4341
Pmed (mm.dia <sup>-1</sup> )	1,673	0,0943	12,4	0,0333	-0,0072	0,0667
R10 (mm)	1,744	0,0812	50,5	0,1890	0,0000	0,3930
R20 (mm)	1,073	0,2833	23,0	0,0667	-0,0556	0,1818
R25 (mm)	1,05	0,2937	16,0	0,0642	-0,0400	0,1579
R95p (mm)	1,217	0,2236	548,9	2,5020	-1,4934	7,0192
<b>R99p (mm)</b>	<b>2,407</b>	<b>0,0161</b>	<b>260,0</b>	<b>3,4312</b>	<b>0,6436</b>	<b>6,6786</b>
Rx1 (mm)	1,815	0,0695	80,1	0,3093	-0,0333	0,7117
Rx2 (mm)	1,318	0,1875	114,1	0,3976	-0,2000	1,0330
Rx3 (mm)	1,128	0,2593	125,0	0,5110	-0,2688	1,2333
Rx5 (mm)	0,986	0,3241	145,0	0,4244	-0,3905	1,1934
NDD (dias)	-1,894	0,0582	17,5	-0,0755	-0,1579	0,0000
NDW (dias)	0,529	0,5968	7,0	0,0000	0,0000	0,3045
PRCJFM (mm)	0,836	0,4032	449,8	1,3326	-1,7519	4,4745
<b>PRCAMJ (mm)</b>	<b>2,375</b>	<b>0,0175</b>	<b>297,3</b>	<b>2,5121</b>	<b>0,5792</b>	<b>4,7868</b>
PRCJAS (mm)	0,339	0,7346	382,4	0,5083	-1,5677	3,4177
PRCOND (mm)	1,097	0,2726	399,0	1,6059	-1,3290	3,7884

Observa-se que todos os índices apresentaram valores positivos (de aumento) com exceção de número de dias secos NDD, que apresentou valores negativos. No entanto, somente apresentaram tendências significativas para os índices de R99p ( $p = 0,0161$ ) e a precipitação total na estação do outono ( $p = 0,0175$ ). A mediana do índice, R99p foi de 260 mm, a tendência de aumento de 3,43 mm.ano<sup>-1</sup>, com um intervalo de confiança de 95% para essa tendência que varia de 0,64 a 6,68 mm.ano<sup>-1</sup>. Conforme Back (2011), que analisou alterações no regime pluviométrico de 10 estações pluviométricas do estado de Santa Catarina observou uma tendência de aumento nos índices PRCTOT, SDII, R10, R20, R95p e R99p. Desse modo, corroborou com o presente trabalho os resultados relacionados aos dias extremos úmidos. O índice R99p indica aumento das chuvas mais intensas durante o ano, que pode agravar processos erosivos na bacia. Uma preocupação do ponto de vista da Engenharia é o aumento das séries de máximas anuais. Na Engenharia Agrícola, os canais de drenagem e terraços, assim como bueiros, pontes e barragens são dimensionados com base na série histórica de chuva registrada no passado, admitindo que não há tendências de aumento ou redução. No presente estudo não foi possível identificar tendências significativas ( $p = 0,0695$ ) nas chuvas máximas anuais com duração de 1 dia (Rx1). Para as durações maiores (Rx2, Rx3

e Rx5) as evidências de mudanças são ainda menores. Essa constatação é importante para a segurança no dimensionamento das obras de engenharia, de acordo com os riscos preestabelecidos na definição do período de retorno do projeto. Verificou-se também um aumento significativo a precipitação ( $p=0,0175$ ) somente no trimestre de abril a julho (PRCAMJ). A mediana apresentada para esse índice foi igual 297,3 mm com uma tendência de aumento de  $2,51 \text{ mm.ano}^{-1}$ , com intervalo de confiança de 95%, a qual varia sua tendência de 0,58 a  $4,79 \text{ mm.ano}^{-1}$ . Para as demais estações assim como para a precipitação anual pode-se considerar as séries estacionárias.

**CONCLUSÕES:** Dos índices de precipitação analisados somente foi identificada tendência significativa para o aumento no índice R99p e precipitação no trimestre abril a julho (PRCAMJ). Para os demais índices, embora apresentem valores positivos, as tendências não foram significativas, podendo as séries ser consideradas estacionárias.

**AGRADECIMENTOS:** Os autores agradecem o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES), Código de Financiamento 001, para o financiamento da bolsa de mestrado do primeiro autor.

#### **REFERÊNCIAS:**

BACK, A. J. **Alteração no regime pluviométrico de Santa Catarina.** In: A influência das mudanças climáticas sobre os recursos hídricos. 1 ed. FASA. p. 884-904, Recife, 2011.

HELSEL, D. R.; HIRSCH, R. M. **Statistical methods in water resources: Hydrologic analysis and interpretation:** Techniques of Water-Resources Investigations of the U.S. Geological Survey, chap. A3, book 4, 2002. 510p.

PETERSON, T. C. Climate Change Indices. **Word Meteorological Organization Bulletin.** v.54, n.2, p.83-86, 2005.

RIBEIRO, S. K.; SANTOS, A. S. **Mudanças Climáticas e Cidades:** Relatório Especial do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas. Rio de Janeiro: Coppe – UFRJ, 2016. 115 p. PBMC.

SOUZA, W. M. de; AZEVEDO, P. V. de. **Avaliação de Tendências das Temperaturas em Recife-PE: Mudanças Climáticas Ou Variabilidade?** Engenharia Ambiental, Espírito Santo do Pinhal, v. 6, n. 3, p.462-472, 2009.