

## TENDÊNCIA DE ÍNDICES DE EXTREMOS CLIMÁTICOS DE PRECIPITAÇÃO NO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

ROSIANE SCHWANTZ DO COUTO<sup>1</sup>, RITA DE CÁSSIA FRAGA DAMÉ<sup>2</sup>,  
CLAUDIA FERNANDA ALMEIDA TEIXEIRA-GRANDA<sup>2</sup>, EMANUELE  
BAIFUS MANKE<sup>3</sup>, LETÍCIA BURKERT MELLO<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Graduanda em Agronomia, Universidade Federal de Pelotas, (53) 991468738, couto.rosianes@gmail.com

<sup>2</sup>Eng. Agrícola, Prof. Doutora Associada, Centro de Engenharias, Universidade Federal de Pelotas, ritah2o@hotmail.com; cfteixei@ig.com.br;

<sup>3</sup>Eng. Hídrica, Doutoranda no Programa de Manejo e Conservação do Solo e da Água, Universidade Federal de Pelotas, manumanke@gmail.com

<sup>5</sup>Engenheira Agrícola, Mestranda no Programa de Manejo e Conservação do Solo e da Água, Universidade Federal de Pelotas, leticiaburkert@gmail.com

Apresentado no  
XLVI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2017  
30 de julho a 03 de agosto de 2017 - Maceió - AL, Brasil

**RESUMO:** A ocorrência de eventos extremos de precipitação e sua relação com as mudanças climáticas tem sido foco de pesquisa da comunidade científica, devido ao potencial impacto que oferecem à vida humana, aos ecossistemas e à economia. Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo verificar a existência de tendência em índices de detecção de mudanças climáticas obtidos a partir de dados diários observados de precipitação. Para tanto, foram utilizadas séries históricas de precipitação de 18 postos de monitoramento localizados no estado Rio Grande do Sul, com período de 46 anos (1966 a 2011). A partir dos dados observados, foram calculados 11 índices de extremos climáticos relacionados à precipitação. Para a avaliação de tendências climáticas foi utilizado o teste estatístico não paramétrico de Mann-Kendall. A análise dos índices de extremos climáticos nas séries de precipitação pesquisadas permitiu a identificação de tendências estatisticamente significativas ao nível de significância de 95% em 10 dos 11 índices calculados. Entretanto, recomenda-se a complementação da pesquisa com a utilização de outras variáveis climatológicas, tendo em vista que a partir dos resultados obtidos não é possível afirmar que mudanças nos padrões pluviométricos para as regiões estudadas estão ocorrendo.

**PALAVRAS-CHAVES:** Mudança climática, tendência, Mann-Kendall

## TREND OF PRECIPITATION CLIMATE EXTREME INDICES IN THE STATE OF RIO GRANDE DO SUL

**ABSTRACT:** The occurrence of extreme precipitation events and their relation to climate change has been the focus of research by the scientific community due to the potential impact they have on human life, ecosystems and the economy. In view of the above, the present work had the objective of verifying the existence of a tendency in the indexes of detection of climatic changes obtained from observed daily data of precipitation. For that, historical series of precipitation of 24 monitoring stations located in the state of Rio Grande do Sul, with period of 40 years (1966 to 2005), were used. From the observed data, 11 indexes of climatic extremes related to precipitation were calculated. Mann-Kendall's non-parametric statistical test was used for the evaluation of

climatic trends. The analysis of the indexes of climatic extremes in the rainfall series surveyed allowed the identification of statistically significant trends at the level of 95% significance in 10 of the 11 calculated indices. However, it is recommended to complement the research with the use of other climatological variables, considering that from the obtained results it is not possible to affirm that changes in the pluviometric patterns for the studied regions are occurring.

**KEYWORDS:** Climate change, trend, Mann-Kendall

**INTRODUÇÃO:** As mudanças climáticas estão entre os mais significativos temas relacionados às pesquisas climáticas no atual panorama de discursos ambientais. O aquecimento global, e conseqüentemente, as mudanças na temperatura e seus efeitos, têm atraído a atenção de pesquisadores em diversas regiões do mundo (CROITORU et al., 2013). A precipitação tende a ser significativamente afetada, tanto pela intensificação de secas, como pela maior incidência de precipitações intensas (IPCC, 2001). Para a ocorrência de eventos de precipitação intensa, projetam-se impactos sobre os ecossistemas, agricultura e infraestrutura, particularmente importantes para a sociedade (RAO, 2014). Diante das especificidades de cada região a ser pesquisada e visando a qualificação do processo de análise de mudanças climáticas, foi instituída pela *World Meteorological Organization*, Organização Mundial de Meteorologia (OMM), a *The Expert Team on Climate Change Detection, Monitoring and Indices*, (ETCCDMI), equipe especializada em detecção, monitoramento e índices de mudanças climáticas. Foram elaborados pela equipe 27 índices de detecção, dos quais 11 são aplicados na análise de precipitação e 16 para temperatura do ar. Diante do exposto, o presente trabalho objetivou analisar a tendência de índices de detecção de mudanças climáticas obtidos a partir da série histórica de precipitação diária de 18 estações localizadas nos estado do Rio Grande do Sul, através do teste de Mann-Kendall.

**METODOLOGIA:** Foram utilizados registros pluviográficos da Estação Agroclimatológica de Pelotas (EMBRAPA/UFPel/INMET) e dados pluviométricos das estações de monitoramento constantes na base de dados da Agência Nacional de Águas (ANA), para o período de 46 anos (1966 a 2011). A partir dos dados observados, foram calculados 11 índices de extremos climáticos relacionados à precipitação (Tabela 1), conforme definições do (ETCCDMI) e recomendações da (OMM). Para o cálculo dos respectivos índices foi utilizado o software RCLimDex, desenvolvido e mantido pelos pesquisadores Xuebin Zhang e Feng Yang, do Serviço de Meteorologia do Canadá (ZHANG E YANG, 2004).

Tabela 1– Índices de precipitação, definições e unidades.

ID	Definição	Unidade
Rx1Day	Quantidade máxima de precipitação em um dia	mm
Rx5Day	Quantidade máxima de precipitação em cinco dias	mm
R55 mm	Número de dias em 1 ano em que a precipitação foi $\geq 55$ mm	Dias
CDD	Número máximo de dias consecutivos com precipitação $< 1$ mm	Dias
CWD	Número máximo de dias consecutivos com precipitação $\geq 1$ mm	Dias
R95p	Precipitação anual total em que RR $> 95$ percentil	mm
R99p	Precipitação anual total em que RR $> 99$ percentil	mm
PRCPTOT	Total anual nos dias úmidos para precipitação $\geq 1$ mm	mm
SDII	Precipitação total anual dividida pelo número de dias úmidos	mm dia <sup>-1</sup>
R10mm	Número de dias com precipitação diária $\geq 10$ mm	Dias
R20mm	Número de dias com precipitação diária $\geq 20$ mm	Dias

Para a avaliação de tendências climáticas foi utilizado o teste estatístico não paramétrico de Mann-Kendall (SNEYERS, 1975). O teste de Mann-Kendall (MK) é o método mais apropriado para analisar a significância de possíveis mudanças climáticas em séries climatológicas (GOOSSENS E BERGER, 1986). O nível de confiança adotado foi de 95%, onde o valor do teste Z deve estar dentro do intervalo de confiança [-1,96; +1,96], ou seja, se o valor de Z foi inferior a -1,96 há, de acordo com o teste MK, significativas tendências de queda nos valores da série sob investigação, e quando Z é superior a 1,96, há significativas tendências de elevação nos valores da série sob investigação.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Na Tabela 2 são apresentados os valores das tendências dos índices de extremos climáticos, obtidas pelo teste de Mann-Kendall e com nível de significância de 95% ( $p < 0,05$ ), onde está indicado o sinal da tendência, sendo que os valores em destaque correspondem às tendências com significância estatística.

Tabela 2 – Teste Z, limite de confiança 95% [-1,96;+1,96]

	Rx1Day (mm)	Rx5Day (mm)	SDII (mm)	R10mm (Dias)	R20mm (Dias)	R55 (mm)	CDD (Dias)	CWD (Dias)	PRCPTOT (mm)	R95p (mm)	R99p (mm)
Cambará do Sul	-0,0044	0,0300	<b>0,5510</b>	-0,0694	0,0450	0,1751	0,1547	0,3984	0,0349	-0,0784	0,0400
Canguçu	0,0733	0,1011	<b>0,5510</b>	0,2949	0,1911	0,1053	<b>0,3424</b>	-0,0110	0,2330	0,1837	-0,0784
Caxias do Sul	0,0313	<b>0,2970</b>	0,4732	-0,0201	0,1530	0,2139	0,2864	-0,0407	0,0439	0,1460	0,1066
Cruz Alta	0,2166	0,0578	0,2715	-0,0262	0,0321	0,3180	0,0187	0,0902	0,1828	0,3047	0,4872
David Canabarro	0,0443	<b>-0,0507</b>	0,1403	0,0032	-0,0154	-0,2876	-0,1006	0,1565	-0,0654	-0,2980	-0,1435
Espumoso	0,2325	0,0829	<b>0,3667</b>	0,0312	0,0806	-0,0132	-0,1389	0,1213	0,0431	0,0443	0,0963
Farroupilha	-0,1487	0,2865	<b>0,2685</b>	0,2408	0,1917	0,1810	0,1909	0,0807	0,2564	0,0806	-0,0389
Ilópolis	0,0390	0,2347	0,1231	0,0722	0,0103	0,1975	0,0131	0,2514	0,0007	0,1520	0,2192
Marau I	<b>0,1598</b>	-0,0242	0,1947	0,0982	-0,0212	0,0588	0,2680	-0,0529	0,0137	0,1585	<b>0,0286</b>
Marau II	-0,2040	0,0053	0,6138	-0,0777	0,1161	0,0057	<b>0,1451</b>	0,3176	0,0423	-0,0645	-0,1102
Passo Fundo	-0,208	0,0678	0,2448	-0,1426	-0,0864	-0,0338	-0,1619	0,2075	-0,0864	-0,0065	-0,1508
Pelotas	-0,1321	-0,1409	<b>0,5002</b>	0,1629	0,1415	-0,1434	0,2359	0,1619	0,1595	-0,2238	-0,1183
Piratini	-0,1510	-0,1592	0,2665	0,2372	0,1712	0,0179	0,1956	-0,0773	0,1557	-0,0651	-0,0082
Rolante	-0,1321	-0,1469	<b>0,5002</b>	0,1629	0,1415	-0,1434	0,2539	0,1619	0,1595	-0,2238	-0,1183
Rosário do Sul	0,1728	-0,0244	0,5226	0,2992	0,0654	0,2520	0,1721	0,3437	0,1282	0,3686	0,3123
Santo Antônio das Missões	0,1397	0,0351	0,1189	<b>0,0941</b>	<b>0,1013</b>	0,2182	0,0616	0,1277	0,1422	0,2211	0,1803
Soledade	<b>0,0753</b>	0,0931	<b>0,5758</b>	-0,0037	0,0440	<b>0,1685</b>	-0,1079	<b>0,1777</b>	0,0171	<b>0,1547</b>	<b>0,1161</b>
Torres	0,0420	-0,0597	-0,0807	0,1518	0,0709	-0,1785	0,1663	0,0410	0,1934	0,0806	-0,0458

Para o índice Rx1Day identificou-se tendência positiva nas séries de estações localizadas em Marau e Soledade, enquanto para Rx5Day tendência positiva para série de Caxias do Sul e tendência negativa para série de David Canabarro. Para os índices R10mm e R20mm apenas a série que representa a estação de Santo Antônio das Missões apresentou tendência positiva para os mesmos. Tendência positiva foi também identificada para os índices R55mm, CWD e R95p apenas para a estação de Soledade. Para as séries oriundas dos postos de Canguçu e Marau II o índice CDD foi identificado com tendência positiva, para R99p a tendência positiva foi identificada em Marau I e Soledade. Para o índice SDII, índice de simples intensidade diária, que representa a precipitação total anual dividida pelo número de dias úmidos, a tendência positiva foi identificada em um maior número de séries de precipitação, Cambará do Sul, Canguçu,

Espumoso, Farroupilha, Pelotas, Rolante e Soledade. Resultados semelhantes têm sido observados também para outras regiões do País. Para o estado do Ceará, Santos et al. (2009) indicam que entre os índices estudados, além de tendência de aumento de R50mm, R95p e Rx5day, foi observado também aumento no índice PRCPTOT, em todas as localidades que apresentam significância estatística para os referidos índices, sete postos de um total de 18 monitorados. Já para o estado do Amazonas, na mesorregião Centro Amazonense, Santos et al. (2016) observaram tendência significativa de aumento do índice R99p, para dois dos 13 postos monitorados, Coari e Parintins. Além de R99p, índices como Rx1Day, Rx5Day e R20mm, também indicaram tendência significativa de aumento para Parintins, demonstrando desta forma, a tendência de aumento dos eventos extremos de precipitação sobre a região.

**CONCLUSÕES:** A análise dos índices de extremos climáticos permitiu a identificação de tendências estatisticamente significativas ao nível de significância de 95% em 10 dos 11 índices calculados, sendo que o índice SDII apresentou tendência positiva em sete das 18 estações pesquisadas. Entretanto, recomenda-se a complementação da pesquisa com a utilização de outras variáveis climatológicas, tendo em vista que a partir dos resultados obtidos não é possível afirmar que mudanças nos padrões pluviométricos para as regiões estudadas estão ocorrendo.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

CROITORU, A.E.; CHIOTOROIU, B.C.; TODOROVA, V.I.; TORICA, V. Changes in precipitation extremes on the Black Sea Western Coast. **Global Planetary Change**, v.102, p.10-19, 2013.

GOOSSENS, C.; BERGER, A. Annual and Seasonal Climatic Variations over the Northern Hemisphere and Europe during the Last Century. **Annales Geophysicae**, Berlin, v. 4, n. B4, p. 385-400, 1986.

IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change. Climate Change 2001: **Impacts, Adaptation and Vulnerability**. Contribution of Working Group II to the Third Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1032p, 2001.

RAO, K.K.; PATWARDHAN, S. K.; KULKARNI, A.; KAMALA, K.; SABADE, S. S.; KUMAR. K. K. Projected changes in mean and extreme precipitation indices over Índia using PRECIS. **Global and Planetary Change**, v.13, p.77-90, 2014.

SANTOS, C.A.C.; BRITO, J.I.B.; RAO, T.V.R.; MENEZES, H.E.A. Tendências dos índices de precipitação no estado do Ceará. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.24, p.34-47, 2009.

SANTOS, C.A.C.; MELO, M.M.M.S.; BRITO, J.I.B. Tendências de Índices de Extremos Climáticos para o Estado do Amazonas e suas Relações com a TSM dos Oceanos Tropicais. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.31, n.1, p.1-10, 2016.

SNEYERS, R. Sur L'analyse Statistique des Series D'observations. Gênevè: **Organisation Météorologique Mondiale**, p. 192, 1975.

ZHANG, X.; YANG, F. **RCLimdex (1.0) User Guide**. Climate research branch environment Canada. Downsview. Ontario, 22p, 2004.