

TENDÊNCIA DE ÍNDICES DE EXTREMOS CLIMÁTICOS DE PRECIPITAÇÃO E TEMPERATURA PARA A REGIÃO DE PELOTAS/RS

RACHEL PRATES¹; LETÍCIA BURKERT MELLO²; RITA DE CÁSSIA FRAGA DAMÉ²;
CLAUDIA FERNANDA ALMEIDA TEIXEIRA-GANDRA²; ROSIANE SCHWANTZ DO
COUTO³

¹ UFPel - Universidade Federal de Pelotas – rachelprates@gmail.com

² UFPel - Universidade Federal de Pelotas – leticia-burkert@hotmail.com

² UFPel - Universidade Federal de Pelotas – ritah2o@hotmail.com, cfteixe@ig.com.br

³ UFPel - Universidade Federal de Pelotas - couto.rosianes@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

No atual panorama dos discursos ambientais, as mudanças climáticas estão entre os mais relevantes assuntos relacionados às pesquisas climáticas. (CROITORU et al., 2013). Durante décadas, a maior parte das análises de mudanças climáticas globais que utilizavam dados observacionais se baseava em mudanças nos valores médios de precipitação e de temperatura do ar (ALEXANDER et al., 2006). Entretanto, nem sempre um aumento da média está relacionado com um aumento nos extremos. As mudanças nos extremos como, por exemplo, redução dos dias frios, aumento da duração das ondas de calor, elevação na frequência de chuvas intensas ou de secas severas, causam expressivos impactos na sociedade e nos ecossistemas em geral (KARL et al., 1997; EASTERLING et al., 2000; MEEHL et al., 2000; FRICH et al., 2002).

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.

Devido à falta de dados meteorológicos e da enorme importância em obtê-los, existem técnicas que foram elaboradas para suprir a demanda de dados, entre as quais está o método de interpolação pelo inverso da distância ponderada, aplicado por Xavier et al (2016), que desenvolveram grides de alta resolução ($0,25^\circ \times 0,25^\circ$) de precipitação diária, de evapotranspiração de referência (ET₀) e de cinco variáveis climáticas para todo o Brasil.

Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo analisar a tendência de índices de precipitação e temperatura do ar relacionados à detecção de mudanças climáticas, para quatro estações amostrais localizadas na região de Pelotas/RS.

2. METODOLOGIA

Neste trabalho foram utilizados dados diários de precipitação e temperatura do ar, para o período de 34 anos (1980 a 2013). Foram utilizados quatro pontos do conjunto de dados interpolados gerados por Xavier et al. (2016), sendo que estes estão inseridos na região de Pelotas/RS, em um raio máximo de 47 km (Figura 1) em torno da Estação Agroclimatológica de Pelotas – Convênio EMBRAPA/UFPEL-INMET. Para geração do conjunto de dados interpolados pelo método do inverso da distância ponderada (Xavier et al 2016), foram utilizados os

dados das estações meteorológicas operadas por agências federais (INMET, ANA) e estaduais (DAEE em São Paulo).

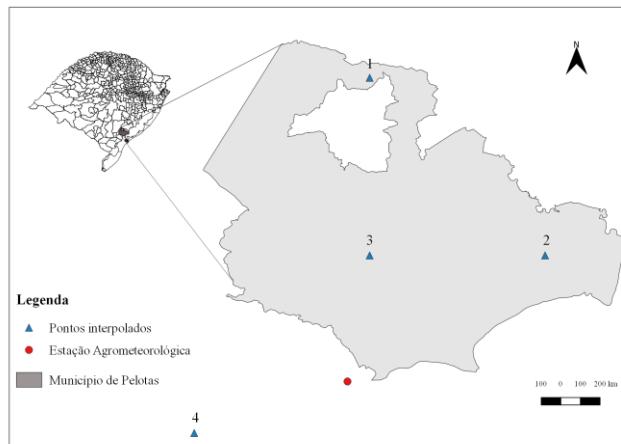


Figura 1 - Localização dos municípios de Pelotas/RS, Capão do Leão/RS, estação Agroclimatológica de Pelotas/RS e pontos interpolados gerados por Xavier et al. (2016).

A partir dos dados observados, foram calculados 12 índices de extremos climáticos relacionados à precipitação e temperatura (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).

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). Após determinação, os índices climáticos foram submetidos ao teste de Mann-Kendall (Mann, 1945), pelo pacote Kendall 2.2 (McLeod, 2011), no software R 3.4.1. Foram consideradas diferenças estatísticas significativas quando $P < 0,05$.

Tabela 1 – Índices de precipitação e temperatura, definições e unidades.

ID	Definição	Unidade
CDD	Número máximo de dias consecutivos com precipitação <1 mm	Dias
CWD	Número máximo de dias consecutivos com precipitação ≥ 1 mm	Dias
PRCPTOT	Total anual nos dias úmidos para precipitação ≥ 1 mm	mm
Rx1Day	Quantidade máxima de precipitação em um dia	mm
SDII	Precipitação total anual dividida pelo número de dias úmidos	$mm\ dia^{-1}$
DTR	Amplitude anual média da temperatura diurna	°C
SU25	Número de dias no ano em que $TX > 25^{\circ}C$	Dias
TXMed	Temperatura máxima anual média	°C
TNMed	Temperatura mínima anual média	°C
TR20	Número de dias no ano em que $TN > 20^{\circ}C$	Dias
TXn	Menor temperatura máxima anual	°C
TXx	Maior temperatura máxima anual	°C

3.RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas Tabelas 2 e 3 são apresentados os valores das tendências dos 12 índices de extremos climáticos, obtidos pelo teste de Mann-Kendall e com nível de significância de 95% ($p < 0.05$). Juntamente com o valor da tendência, está indicado o sinal da mesma, sendo que os valores em negrito correspondem às tendências com significância estatística.

Tabela 2 – Tendência dos índices de extremos climáticos de precipitação para os postos localizados na região de Pelotas/RS.

Localização	Lat.	Lon.	CDD	CWD	PRCPTOT	Rx1Day	SDII
			dia ano ⁻¹	dia ano ⁻¹	dia ano ⁻¹	mm ano ⁻¹	mm dia ano ⁻¹
Ponto 01	-31.375	-52.375	0.13	-0.187	-0.173	-0.021	-0.119
Ponto 02	-31.625	-52.125	0.181	-0.232	-0.116	0.193	-0.067
Ponto 03	-31.625	-52.375	0.022	-0.049	-0.127	0.005	-0.138
Ponto 04	-31.875	-52.625	0.042	-0.134	0.037	-0.07	0.038

Tabela 3 – Tendência dos índices de extremos climáticos de precipitação para os postos localizados na região de Pelotas/RS.

Localização	Lat.	Lon.	DTR	SU25	TXMed	TNMed	TR20	TXn	TXx
			°C	dias	°C	°C	dias	°C	°C
Ponto 01	-31.375	-52.375	-0.370	-0.321	-0.365	-0.145	0.068	-0.355	0.198
Ponto 02	-31.625	-52.125	-0.382	-0.302	-0.319	0.088	0.347	-0.194	0.305
Ponto 03	-31.625	-52.375	-0.261	-0.263	-0.282	-0.032	0.252	-0.236	0.334
Ponto 04	-31.875	-52.625	-0.273	-0.276	-0.288	-0.002	0.279	-0.229	0.324

A partir dos resultados apresentados na Tabela 2 observa-se que para os índices de precipitação não foram identificadas tendências significativas de alteração para o período estudado (1980 a 2013). Para os índices de detecção de mudanças climáticas relacionadas à temperatura (Tabela 3), os resultados negativos para existência de tendência nos respectivos índices podem representar um indicativo de diminuição de extremos relacionados à temperatura.

O índice SU25, representa a contagem anual de dias com temperatura superior a 25°C, sendo identificada a tendência significativa de diminuição para os quatro pontos amostrados. Semelhantemente, para o índice TXmed, que representa o valor de temperatura máxima média anual, identificaram-se tendências significativas de diminuição de temperatura. O resultado obtido para os referidos índices concorda com o resultado obtido para o índice DTR, que representa a amplitude anual média da temperatura diurna. A diminuição de TXmed e SU25 infere uma diminuição de extremos de temperatura, que é observada também com a diminuição da amplitude média diurna entre temperatura máxima e temperatura mínima, DTR.

Já para os índices TR20 e TXx, que representam o número de dias no ano com temperatura superior a 20°C e a maior temperatura máxima anual, respectivamente, foram identificadas tendências significativas positivas. Para TR20, três pontos amostrados indicaram tendência de aumento do indicador, enquanto para TXx, os quatro pontos amostrados indicaram a tendência de aumento. Para TXn, que representa a menor temperatura máxima anual, identificou-se a tendência de decréscimo apenas para um dos pontos amostrados.

Pesquisas semelhantes têm sido realizadas nas demais regiões do país. Os resultados obtidos demonstram além do indicativo de mudanças nos padrões de

precipitação e temperatura do ar, um padrão diversificado dessas alterações para cada região. Santos et al. (2009) identificaram mudanças locais na precipitação para o estado do Ceará, com relação aos índices CDD e CWD e para os índices PRCPTOT, R50mm, R95p e Rx5day. Já Silva et al. (2015), identificaram resultados que apontam para um padrão de aquecimento em grande parte do estado do Paraná, enquanto a maior parte dos indicadores de extremos relacionados à precipitação mostrou-se sem significância estatística para o estado.

4. CONCLUSÕES

A análise dos índices de extremos climáticos para a região de Pelotas não indicou tendências estatisticamente significativas para os índices de precipitação, enquanto para os índices relacionados à temperatura do ar foram identificadas tendências ao nível de significância de 95%. Entretanto, a partir dos estudos realizados não é possível afirmar que mudanças nos padrões das variáveis analisadas estão ocorrendo. Diante disso, estes resultados visam colaborar com estudos mais abrangentes tanto para a região de Pelotas como para o estado do Rio Grande do Sul.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALEXANDER L. V. et al; Global observed changes in daily climate extremes of temperature and precipitation. **Journal of Geophysical Research**, v. 111, D05109, p. 1-22, 2006.
- 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
- EASTERLING, D.; MEEHL, G.; PARMESAN, C.; CHANGNON, S.; KARL, T.; MEARNS, L. Climate Extremes: Observations, Modeling and Impacts. **Science**, v. 289, p. 2068–2074, 2000.
- 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.
- MANN, H.B. Non-parametric tests against trend. **Econometrica**, v. 13, n. 3, p.245-259, 1945.
- MCLEOD, A.I. (2011). Kendall: Kendall rank correlation and Mann-Kendall trend test. R package version 2.2. <https://CRAN.R-project.org/package=Kendall>
- 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.
- SILVA, W. L.; DERECZYNSKI, C.; CHANG, M.; FREITAS, M.; MACHADO, B. J.; TRISTÃO, L.; RUGGERI, J. **Tendências observados em indicadores de extremos climáticos de temperatura e precipitação no estado do Paraná**. Revista Brasileira de Meteorologia, v. 30, n. 2, p. 181 - 194, 2015.
- XAVIER, A. C.; KING, C. W.; SCANLON, B. R. Daily gridded meteorological variables in Brazil (1980-2013). **International Journal of Climatology**, v. 36, n. 6, p. 2644–2659, 2016.
- SNEYERS, R. Sur L'analyse Statistique des Séries D'observations. Gênevè: **Organisation Méteorologique Mondial**, p. 192, 1975.
- ZHANG, X.; YANG, F. **RClimate (1.0) User Guide**. Climate research branch environment Canada. Downsview. Ontario, 22p, 2004.