

TENDÊNCIA CLIMÁTICA TEMPORAL EM ÍNDICES DE EVENTOS EXTREMOS DE TEMPERATURA PARA MUNICÍPIOS DO RIO GRANDE DO SUL

BÁRBARA DE LIMA CORRÊA¹; TAMARA LEITZKE CALDEIRA²; TIRZAH MOREIRA SIQUEIRA²

¹*Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Federal de Pelotas –
barb.lima.correa@gmail.com*

²*Centro de Engenharias, Universidade Federal de Pelotas – tamaraleitzkecaldeira@gmail.com;
tirzahsiqueira@hotmail.com*

1. INTRODUÇÃO

A problemática causada pelas mudanças climáticas vem sendo palco de preocupação de muitos setores governamentais, econômicos e científicos, tendo em vista que suas implicações causam danos tanto no quesito social, como financeiro e ambiental (MESQUITA et al., 2018). Dentre os principais responsáveis pelas mudanças climáticas estão os Gases de Efeito Estufa (GEE), tais como, o dióxido de carbono (CO₂) e o metano (CH₄), os quais acarretam no aumento da temperatura terrestre devido ao aprisionamento do calor no planeta, (LEMOS et al., 2018; XI et al., 2018).

Em consequência às mudanças climáticas existe o aumento da ocorrência de eventos atípicos relacionados às variáveis meteorológicas como, por exemplo, precipitação, velocidade do vento e temperatura (NATIVIDADE et al., 2017). Esses acontecimentos são chamados de eventos extremos, que podem ocorrer devido a fatores naturais ou antrópicos (SILVA DIAS, 2014). Enchentes, secas, focos de calor e inundações são exemplos de eventos extremos que causam prejuízos massivos à população, principalmente a mais marginalizada economicamente, substanciando a importância dos estudos sobre mudanças climáticas (PESSINI & SGANZERLA, 2016).

O IPCC é responsável pela compilação de diversas informações no âmbito mundial relacionadas às mudanças climáticas e posterior publicação estruturada como Relatório de Avaliação. Incorporado aos relatórios, existem os Modelos de Circulação Global (MCG) e de Circulação Regional (MCR). As bases de dados desses modelos são denominadas como Caminhos Representativos de Concentração (RCPs), que usam as emissões e concentrações dos GEE como premissa para a construção dos seus cenários (IPCC, 2014). Os modelos climáticos geram simulações projetadas envolvendo variáveis climáticas das quais enfatiza-se a temperatura e a precipitação, utilizadas em diversos estudos sobre as mudanças climáticas (ASSIS & MATTOS, 2016).

Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo realizar a análise de tendência de dois índices de eventos extremos de temperatura para a Região Geográfica Imediata de Pelotas, com base no Teste de Mann-Kendall.

2. METODOLOGIA

O trabalho teve como fundamento de estudo a Região Geográfica Imediata de Pelotas (IBGE, 2017). Os municípios que compõem essa região são Arroio do Padre, Arroio Grande, Canguçu, Capão do Leão, Cerrito, Chuí, Herval, Jaguarão, Morro Redondo, Pedro Osório, Pelotas, Piratini, Rio Grande, São José do Norte, São Lourenço do Sul, Santa Vitória do Palmar e Turuçu. Foram utilizados três modelos climáticos globais (CANESM2, MIROC5 e HADGEM2-ES) regionalizados

pelo Modelo Eta, disponibilizados pela plataforma PROJETA (CHOU et al., 2014a,b; LYRA et al., 2017), regida pelo Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC) e pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Cada modelo regionalizado foi fragmentado em quatro períodos: Clima presente, Futuro 1 (2006 a 2040), Futuro 2 (2041 a 2070) e Futuro 3 (2071 a 2099). Ademais, os cenários empregados foram RCP 4.5 (otimista) e RCP 8.5 (pessimista). Após a obtenção dos dados, realizou-se uma média simples denominada como Média do Conjunto (do inglês, Ensemble Mean).

Destes modelos, cenários e períodos foram extraídos os seguintes índices de temperatura: TN10p (porcentagem anual de dias em que a temperatura mínima foi inferior ao percentil 10, conhecido como “noites frias”) e o TN90p (porcentagem anual de dias em que a temperatura mínima excedeu o percentil 90, conhecido como “noites quentes”). Para investigar se as séries de projeções prenunciariam de maneira afirmativa ou não a tendência de ocorrência das mudanças climáticas, escolheu-se o teste de Mann-Kendall (MANN, 1945; KENDALL, 1975) a um nível de significância de 5% ($\alpha = 0,05$), no software R[®] com uso do pacote Kendall de McLeod (2011).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados do teste de Mann-Kendall encontrados estão descritos na Figura 1 abaixo:

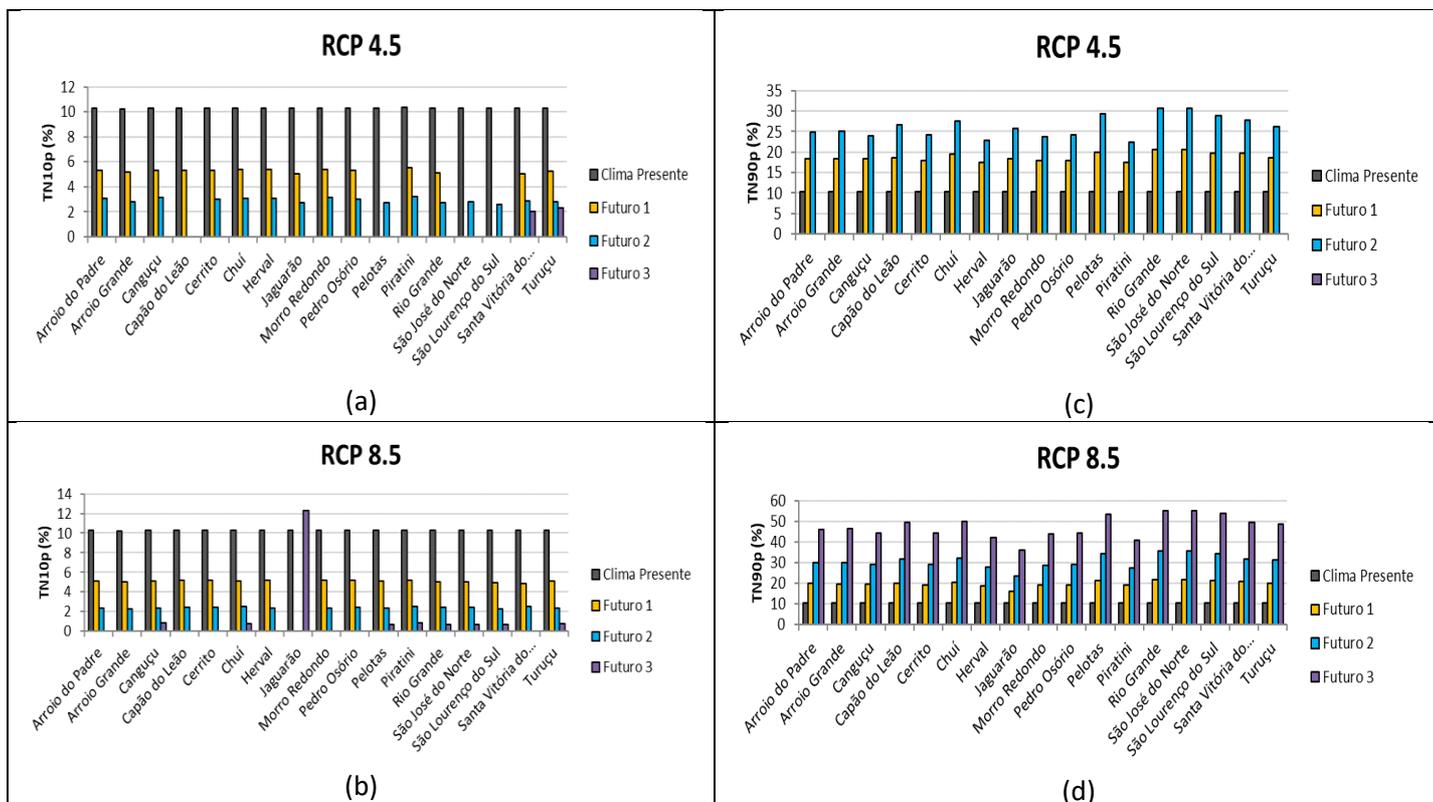


Figura 1: Valores obtidos para o índice TN10p (esquerda) e TN90p (direita) dos cenários RCP 4.5 e 8.5 no clima presente e nos diferentes futuros avaliados, categorizados de acordo com os municípios em estudo

Para todos os municípios que apresentaram tendência estatisticamente significativa nesses índices, pode-se notar certo padrão de comportamento ao

longo do tempo para ambos os cenários, salvo certas exceções. Como as cidades estudadas apresentam localização geográfica próxima, com características semelhantes de vegetação e clima, esse resultado era esperado. De acordo com a Figura 1 (índice TN10p, gráficos a e b), a projeção do Ensemble Mean para ambos os cenários é de uma redução gradativa, ao longo das séries temporais, do número de noites frias na região, pelo menos até o fim do Futuro 2 (2070), tendo em vista que o Futuro 3 não apresentou tendência estatisticamente significativa para a maioria dos municípios. No cenário RCP 4.5, a redução varia de 46.20% (Piratini) até 80.42% (Santa Vitória do Palmar), enquanto que o cenário RCP 8.5 varia entre 49.48% (Morro Redondo) e 93.42% (São Lourenço do Sul).

A Figura 1 (índice TN90p, gráficos c e d) representa o índice oposto ao anterior (nesse caso, noites quentes), com resultados igualmente antagônicos. Para o cenário RCP 4.5, a projeção de aumento varia entre 69.62 até 198.85% enquanto que o cenário RCP 8.5 projeta um aumento entre 58.34 e 438.79%. Os valores mais proeminentes nessas projeções são determinados pelos municípios de Rio Grande e Santa Vitória do Palmar.

Dentre as principais consequências dos resultados encontrados, vale ressaltar que, pela base econômica da maioria dos municípios ser derivada do setor primário, o aumento gradativo da temperatura (assim como sua diminuição) desestabilizam a camada primordial da economia local, focalizada na agropecuária (BETTIOL et al., 2017). De acordo com a Embrapa (2008) culturas como características da região sul do país tais como a soja, o arroz, o milho e o feijão tendem a ser impactadas negativamente com as modificações climáticas. Vale lembrar que estudos relacionados à testes de tendência apresentam frutos com chances estatísticas de serem verídicos, assim como podem ser modificados dependendo da variável em questão.

4. CONCLUSÕES

Dentro dos resultados encontrados, houve grande representação de tendência estatisticamente significativa de aumento das noites quentes e redução das noites frias para a Região Imediata de Pelotas, com maiores valores sendo obtidos pelos municípios de Rio Grande, São José do Norte, Santa Vitória do Palmar, São Lourenço do Sul, Chuí e Piratini para os índices TN90p (tendência de aumento) e TN10p (tendência de redução). Dessa forma, seria interessante o aprofundamento de estudos baseados em mais índices de temperatura para a região, assim como em incremento de modelos climáticos e aprofundamento do período avaliado, separando-o em períodos mensais ou sazonais, por exemplo.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSIS, M. V.; MATTOS, E. A. de. Vulnerabilidade da vegetação de campos de altitude às mudanças climáticas. *Oecologia Australis*, v.20, n.2, p.162-174, 2016.
BETTIOL, W.; HAMANDA, E.; ANGELOTTI, F.; AUAD, A. M.; GHINI, R (eds). **Aquecimento Global e Problemas Fitossanitários**. Brasília: EMBRAPA, 2017.
CHOU, S.C, LYRA, A. , MOURÃO, C. , DEREZYNSKI, C. , PILOTTO, I. , GOMES, J. , BUSTAMANTE, J. , TAVARES, P. , SILVA, A. , RODRIGUES, D. , CAMPOS, D. , CHAGAS, D. , SUEIRO, G. , SIQUEIRA, G. , NOBRE, P.; MARENGO, J. Evaluation of the Eta Simulations Nested in Three Global Climate Models. *American Journal of Climate Change*, v.3, p.438-454, 2014a.

CHOU, S.C, LYRA, A. , MOURÃO, C. , DEREZYNSKI, C. , PILOTTO, I. , GOMES, J. , BUSTAMANTE, J. , TAVARES, P. , SILVA, A. , RODRIGUES, D. , CAMPOS, D. , CHAGAS, D. , SUEIRO, G. , SIQUEIRA, G.; MARENGO, J. Assessment of Climate Change over South America under RCP 4.5 and 8.5 Downscaling Scenarios. **American Journal of Climate Change**, v.3, p.512-527, 2014b.

EMBRAPA. **Aquecimento Global e a Nova Geografia da Produção Agrícola no Brasil**. São Paulo: Embrapa – UNICAMP, 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Coordenação de Geografia. **Divisão Regional do Brasil em Regiões Geográficas Imediatas e Regiões Geográficas Intermediárias: 2017**. Rio de Janeiro: IBGE, 2017.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE – IPCC. **Cambio Climático 2014: Informe de síntesis**. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. PACHAURI, R. K.; MEYER, L. A. IPCC, Ginebra, Suiza, 157 p, 2014.

KENDALL, M.G. **Rank correlation methods**. 4. ed. London: Charles Griffin, p. 196, 1975.

LEMOES, B. C. dos S.; SILVA, L. P. da; MIRANDA, L. W.; ABREU, L. G. de. Análise de tendência de mudanças climáticas para a região sul do estado de Minas Gerais no período de 1976 a 2006. **Revista Agrogeoambiental**, v.10, n.3, p.25-33, 2018.

LYRA, A., TAVARES, P., CHOU, S.C., SUEIRO, G., DEREZYNSKI, C.P., SONDERMANN, M., SILVA, A., MARENGO, J., GIAROLLA, A. Climate change projections over three metropolitan regions in Southeast Brazil using the non-hydrostatic Eta regional climate model at 5-km resolution. **Theor. Appl. Climatol.**, v.132, p.663-682, 2017.

MANN, H.B. Non-parametric test against trend. **Econometrika**, v. 13, p. 245-259, 1945.

MCLEOD, A. I. Kendall: Kendall rank correlation and Mann-Kendall. R package version 2.2., 2011. Disponível em: <<https://CRAN.R-project.org/package=Kendall>>.

MESQUITA, P. dos S.; CURI, M. V.; BURSZTYN, M. A Interdisciplinaridade e a Percepção de Estudantes Universitários sobre as Mudanças Climáticas. **Fronteira: Journal of Social, Technological and Environmental Science**, v.7, n.1, p.306-325, 2018.

NATIVIDADE, U. A.; GARCIA, S. R.; TORRES, R. R. Tendência dos Índices de Extremos Climáticos Observados e Projetados no Estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.32, n.4, p.600-614, 2017.

PESSINI, L.; SGARNZERLA, A. As mudanças climáticas e seus impactos no reino da vida: perspectivas para um futuro não apocalíptico. **Revista Iberoamericana de Bioética**, n.2, p.01-13, 2016.

SILVA DIAS, M. A. F. da S. Eventos climáticos extremos. **Revista USP**, São Paulo, n.103, p.33-40, 2014.

XI, Y.; PENG, S.; CIAIS, P.; GUIMBERTEAU, M.; LI, Y.; SHILONG, P.; WANG, X.; POLCHER, J.; YU, J.; ZHANG, X.; ZHOU, F.; BO, Y.; OTTLE, C.; YIN, Z. Contributions of climate change, CO₂, land-use change and human activities to changes in river flow across ten Chinese basins. **Journal of Hydrometeorology**, p.01-51, 2018.