A influência do fenômeno ENOS em variáveis climáticas de algumas capitais brasileiras

Pedro Henrique Rizental Raicoski (PIBIC/Fundação Araucária/UEPG),
Airton Kist (Orientador), e-mail: kist@uepg.br

Universidade Estadual de Ponta Grossa/Departamento de Matemática e Estatística

Probabilidade e Estatística, **Estatística**

Palavras-chave: El Niño, La Niña, ANOVA

Resumo

A proposta deste estudo é analisar a influência do fenômeno ENOS (El Niño e La Niña) nas variáveis climáticas: precipitação, umidade relativa do ar, temperatura máxima e mínima do ar. Para isso foram utilizadas séries históricas do período de 1961 a 2016 de quatro cidades brasileiras: São Paulo, Curitiba, Goiânia e Brasília. Com estes dados foram calculadas medidas descritivas como média e variância, também foram realizados testes de normalidade (Anderson-Darling). Foram ainda realizados testes como Kolmogorov–Smirnov, outros como ANOVA paramétrico (ANOVA um fator) e não paramétrico (Kruskal-Wallis). Obtendo como resultado uma provável baixa influência ENOS nas variáveis estudadas, apesar de ter sido constado uma elevação na temperatura nas localidades estudadas.

Introdução

Na atualidade, os fenômenos climáticos de grande escala El Niño (EL) e La Niña (LA) representam uma interferência significativa no tempo e no clima. Nesta definição, considera-se não somente a presença das águas quentes da Corrente El Niño, mas também as mudanças na atmosfera próxima a superfície do oceano. Com esse aquecimento do oceano e com o enfraquecimento dos ventos, começam a ser observadas mudanças da circulação da atmosfera nos níveis baixos e altos, determinando mudanças nos padrões de transporte de umidade e, portanto, variações na distribuição das chuvas em regiões tropicais e de latitudes médias e altas. As variáveis climáticas, e sua variabilidade, podem afetar consideravelmente a vida econômica e social da população em geral. Também influenciam na geração de energia, nas atividades agrícolas, na indústria turística e, de forma indireta, em todo setor produtivo. Em algumas regiões do globo são observados aumento ou queda de temperatura (Júnior e Neto, 2015). Segundo Minuzzi (2006), em decorrência de tais fatos, os fenômenos El Niño e La Niña transformam-se em agentes de anomalias climáticas em diversas áreas do globo, afetando setores da economia e sociedade.

Nesse contexto, a proposta deste trabalho é a realização de análises e testes estatísticos para verificar se há efetivamente diferença na precipitação, aumento ou diminuição das temperaturas e umidade do ar nos períodos com e sem influência do fenômeno ENOS.

Materiais e Métodos

Para o desenvolvimento do presente trabalho foram usadas séries históricas de Precipitação (Prec), Umidade Relativa (UR), Temperatura Máxima (TMAX) e Temperatura Mínima (TMIN) de um período de cinquenta e seis anos (1961-2016) de quatro estações meteorológicas (Brasília, Goiânia, São Paulo e Curitiba). Os dados foram obtidos no site do Instituto Nacional de Meteorologia (http://www.inmet.gov.br/portal/) e preparados para a realização do estudo que pretende definir a possível influência, ou não, do fenômeno ENOS nas variáveis climáticas estudadas. Para a análise, as séries de cada estação foram separadas por mês e posteriormente os dados de cada mês foram separados em três classes, conforme influência do fenômeno ENOS, segundo a classificação feita pela NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration).

Com os dados separados foram feitas distribuições de frequências, calculadas algumas medidas descritivas como a média e variância e realizados estudos mais específicos, como regressão linear e os testes estatísticos.

Para verificar a normalidade ou não dos dados foi usado o teste de Anderson-Darling (AD). Foram ainda avaliadas a forma e influência do ENOS nas variáveis com base nos testes não-paramétricos de Kolmogorov–Smirnov (KS) e testes de análise de variância paramétrica e não paramétrica (Kruskal-Wallis). Todos os cálculos e testes foram realizados com o auxílio do *software Matlab.* O nível de significância adotado nos testes foi de 5%.

Resultados e Discussão

No período analisado a quantidade de meses em que houve influência de algum fenômeno ENOS não é homogênea. A Tabela 1 mostra a quantidade de meses que em que houve a influência de algum fenômeno ENOS e também a sua ausência. Constatou-se que no período analisado (1961-2016) houve praticamente a mesma quantidade de meses com a influência do El Niño e La Niña, 178 e 179 meses respectivamente, e uma quantidade maior de meses sem influência do ENOS, 315 meses.

Tabela 1 – Quantidade de meses com influência do ENOS no período analisado

Classes	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
Sem ENOS	18	25	31	37	32	34	31	29	24	20	17	17	315
El Niño	20	16	11	9	12	11	11	12	17	19	20	20	178
La Niña	18	15	14	10	12	11	14	15	15	17	19	19	179

Fonte: O autor (2018)

A fim de verificar diferenças nas variáveis climáticas quando da ocorrência do fenômeno ENOS desenvolveram-se cálculos descritivos de médias e desvios padrões, observando-se que, com exceção da precipitação, as médias não possuem aparentes diferenças (Tabela 1), o mesmo acontecendo com os desvios padrões.

Após a análise descritiva, para verificar as condições para aplicar o teste ANOVA, aplicou-se o teste de normalidade de Anderson-Darling (AD) em todas as variáveis descritas anteriormente. Segundo o teste AD, ao nível de significância de 5%, a temperatura máxima e mínima e a umidade relativa seguem uma distribuição normal enquanto que, a variável precipitação não segue esta distribuição.

Tabela 2 – Médias mensais com dados separados em fenômeno ENOS da estação meteorológica de Brasília

		Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Prec	El Niño	254,9	210,6	229,7	121,8	45,2	5,6	5,25	10,5	39	162,8	239,3	243,4
	La Niña	170,3	178	193,2	108,8	24,6	9,65	6,98	6,86	37,1	179,6	234	233,5
	Sem ENOS	248,3	193,8	200,3	131,3	28,2	4,72	6,74	21,1	53,9	129,2	233	247,7
TMAX	El Niño	26,94	27,01	27,13	27,14	25,8	25,2	25,6	27,5	28,8	28,49	27,31	26,61
	La Niña	26,84	27,41	27,01	26,91	26	25,6	25,3	27,5	29,1	27,68	26,42	26,44
	Sem ENOS	26,39	26,5	26,97	26,54	25,9	25,1	25,4	27,2	28,5	28,13	26,57	26,09
TMIN	El Niño	18,01	18,06	18,08	17,39	15,6	13,9	13,8	15,1	17,1	17,95	17,99	17,9
	La Niña	17,66	17,85	17,87	17,01	15,2	13,5	13,2	14,9	16,9	17,67	17,61	17,72
	Sem ENOS	17,65	17,52	17,69	17,12	15,1	13,6	13,2	14,6	16,6	17,56	17,44	17,61
UR	El Niño	77,4	76,12	77,4	72,44	69,2	62	55,8	45,4	50,3	63,23	73,97	77,7
	La Niña	73,81	73,85	76,89	72,12	65,3	57,4	53,2	42,8	46,3	67,13	76,89	77,77
	Sem ENOS	77,59	76,78	75,56	73,95	67,3	61,5	54,2	48,5	52,2	62,1	76,47	79,17

Fonte: O autor (2018)

Na sequência, foram realizados testes ANOVA para cada mês e localidade, visto que essa é a abordagem estatística tradicional de comparação de médias entre grupos independentes, com distribuição normal e mesma variância. Nas variáveis temperatura máxima, umidade relativa do ar e temperatura mínima foi aplicado o teste ANOVA um fator, sob a hipótese nula de que as séries separadas possuem a mesma média, enquanto que foi utilizado o teste Kruskal-Wallis para a variável precipitação. Como resultado observou-se pouca rejeição da igualdade de médias, em todas as estações estudadas, nas quatro variáveis analisadas, com a exceção de alguns meses, a exemplo: novembro e dezembro, outubro e agosto da variável temperatura máxima de Brasília e São Paulo, respectivamente. Observando-se, portanto, uma possível baixa influência ENOS nestas variáveis.

Em seguida, foi realizado o teste de Kolmogorov-Smirnov (KS), sob a hipótese nula de que as séries (El Niño, La Niña e Sem ENOS) tenham a mesma distribuição. Observa-se que há uma grande divergência na quantidade de vezes em que o teste rejeitou a hipótese de igualdade nas estações estudadas. Brasília, por exemplo, possui uma possível atuação ENOS na variável umidade relativa, dada a grande quantidade de meses em que o teste KS rejeitou a igualdade e nenhuma rejeição na temperatura mínima. Já em Curitiba, a atuação ENOS é possivelmente influenciadora na temperatura mínima e relativamente baixa na umidade relativa, assim como São Paulo, que ainda possui uma possível atuação ENOS na temperatura máxima, já que rejeitou o teste em quase todos os meses quando analisado quanto a influência do La Niña. A variável precipitação, por sua vez, teve poucas rejeições no teste KS, salvo por alguns meses, entrando em concordância com o resultado obtido no teste Kruskal-Wallis, apontando uma baixa influência ENOS nesta variável, nas estações estudadas. Isso mostra que, apesar do ENOS não afetar muito a média ele afeta a forma da distribuição em alguns casos.

Por fim, no intuito de avaliar possíveis acréscimos e decréscimos de temperatura, no período analisado, foram realizadas regressões lineares simples na temperatura máxima e mínima. A Figura 1 mostra a evolução da média da

temperatura máxima para a estação de São Paulo, bem como a reta de regressão (R^2 = 0,4085), sinalizando um aumento de temperatura máxima ao longo do período analisado. Resultados similares ocorreram em todas as estações estudadas, tanto na temperatura máxima quanto na temperatura mínima.

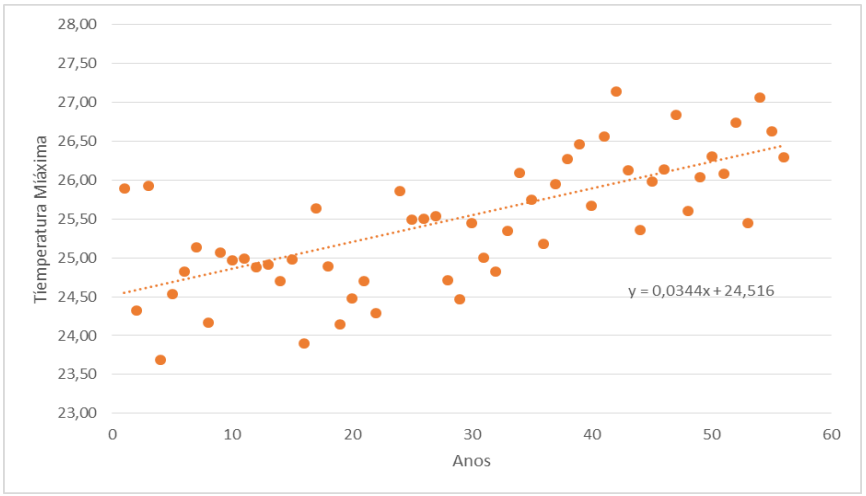


Figura 1 – Médias anuais das temperaturas máximas e reta de regressão para a estação de São Paulo no período de 1961-2016

Conclusões

O cálculo de medidas descritivas como a média e variância são insuficientes para identificar a influência do El Niño ou do La Niña, justificando a adoção de outros recursos técnicos. Concluiu-se, por meio do teste Arderson-Darling, normalidade nas variáveis umidade relativa e temperatura máxima e mínima do ar e a falta dela na variável precipitação. A análise de variância mostra uma possível baixa influência do ENOS em todas as variáveis, visto que houve pouca rejeição no teste. Ainda, apesar da maioria dos testes ANOVA não terem rejeitado a igualdade de médias nas variáveis com um caráter aproximadamente normal de distribuição, observou-se um aumento médio de temperatura ao longo dos anos, com o estudo de regressão, o que pode sugerir uma possível influência ENOS nestas variáveis.

Agradecimentos

Agradeço a Fundação Araucária pela concessão da bolsa de iniciação científica e, especialmente, ao meu orientador Prof. Dr. Airton Kist, pelos conhecimentos e toda paciência ao longo de um ano.

Referências

JÚNIOR, Lindberg Nascimento; NETO, João Lima Sant'Anna. Contribuição aos estudos da precipitação no estado do Paraná: a oscilação decadal do Pacífico-ODP. **Raega- O Espaço Geográfico em Análise**, v. 35, p. 314-343, 2016.

MINUZZI, Rosandro Boligon et al. Influência do fenômeno climático El Niño no período chuvoso da região Sudeste do Brasil. **Geografia**, v. 15, n. 2, 2006.