

INFLUÊNCIA DO OCEANO PACÍFICO EQUATORIAL NA PRECIPITAÇÃO DA MESORREGIÃO SUDOESTE RIO-GRANDENSE/RS DURANTE A PRIMAVERA AUSTRAL

Ítalo Seilhe Reis¹

Victoria Medeiros Balleste²

Douglas da Silva Lindemann³

RESUMO

A influência que o fenômeno El Niño Oscilação Sul (ENOS) exerce sobre o regime pluviométrico do Rio Grande do Sul já é bem explorada pela literatura, no entanto, o conhecimento sobre qual região do oceano Pacífico Equatorial é mais determinante na variação da precipitação (PREC) para a Mesorregião do Sudoeste Rio-Grandense (MSRG) ainda é pouco estudada, assim como o período de antecedência em que as variações da temperatura da superfície do mar (TSM) do Pacífico Equatorial podem influenciar na PREC da MSRG. Para tanto, o objetivo deste trabalho é avaliar a influência do Oceano Pacífico Equatorial no regime de precipitação na MSRG durante o período de primavera austral. Os resultados indicam que a região central do Pacífico Equatorial (Niño4, Niño 3.4 e parte ocidental do Niño 3) exerce maior domínio sobre as variações de PREC, com correlações estatisticamente significativas iniciando principalmente no trimestre JJA (Junho-Julho-Agosto) e atingindo o seu máximo no trimestre SON (Setembro-Outubro-Novembro).

Palavras-chave: precipitação, ENOS, médias móveis, Rio Grande do Sul

INFLUENCE OF EQUATORIAL PACIFIC OCEAN ON PRECIPITATION OF SOUTHWEST REGION OF RIO GRANDE DO SUL/RS DURING THE AUSTRAL SPRING

ABSTRACT

The influence that the El Niño Southern Oscillation (ENSO) carries on the pluviometric regime of Rio Grande do Sul is well explored in literature, however, the knowledge of which region of the Equatorial Pacific Ocean is more decisive

¹Graduando em Geografia na Universidade Federal do Rio Grande (FURG); Av. Itália, 1662, casa 160, Vila Maria Rio Grande-RS CEP 96203-900; e-mail: italoseilhe@gmail.com.

² Graduanda em Geografia na FURG; e-mail: victoria_balleste@hotmail.com

³ Meteorologista; Doutor em Meteorologista Aplicada; Professor substituto no Instituto de Oceanografia da Universidade Federal do Rio Grande (FURG); e-mail: douglaslindemann@furg.br

in the variation of the rainfall (PREC) to the region of Southwest Brazil (MSRG) is still little studied, as well as the period of advance in that variations of sea surface temperature (SST) Equatorial Pacific may influence the PREC of MSRG. The aim of this study is to evaluate the influence of the Equatorial Pacific Ocean on precipitation regime in MSRG during the austral spring. The results indicate that the central Equatorial Pacific (Niño 4, Niño 3.4 and the western part of the Niño 3) exerts greater control over variations of PREC, with statistically significant correlations starting mainly in quarter JJA (June-July-August) and reaching your highest quarter SON (September-October-November).

Key words:precipitation, ENSO, moving average, Rio Grande do Sul.

1. INTRODUÇÃO

A primavera austral (Setembro, Outubro e Novembro, SON) destaca-se como um dos principais períodos da agricultura no Rio Grande do Sul (RS), porque é caracterizada como a época de semeadura de algumas culturas (CUNHA et al. 2001; STEINMETZ e BRAGA, 2001).No caso específico da Mesorregião Sudoeste Rio-Grandense (MSRG, em destaque na Figura 1), as culturas do arroz e da sojasão de extrema importância, pois fazem parteda base econômica regional (IBGE, 2017). As características climáticas da região favorecem para um bom rendimento das culturas, com uma precipitação (PREC) que oscila na média de 1920 mm ao ano (BRITTO et al. 2008). No entanto, a MSRG sofre com extremos relacionados à precipitação, muitas vezes influenciados por variações climáticas remotas ocasionadas por fenômenos climáticos de característica oceano-atmosfera (BRITTO et al. 2008).

Entre os fenômenos climáticos que mais afetam o setor agrícola no RS, destacam-se os que atuam em grande escala e que operam como modos de variabilidade climática, como El Niño Oscilação Sul, ENOS (DIAZ et al. 1998). O estudo deste fenômeno é de extrema importância, pois tem condições de alterar a circulação atmosférica global, e conseqüentemente, modifica os padrões de PREC em diferentes regiões da Terra, incluindo a região Sul do Brasil (ANDREOLI et al. 2017; PEREIRA et al. 2017).

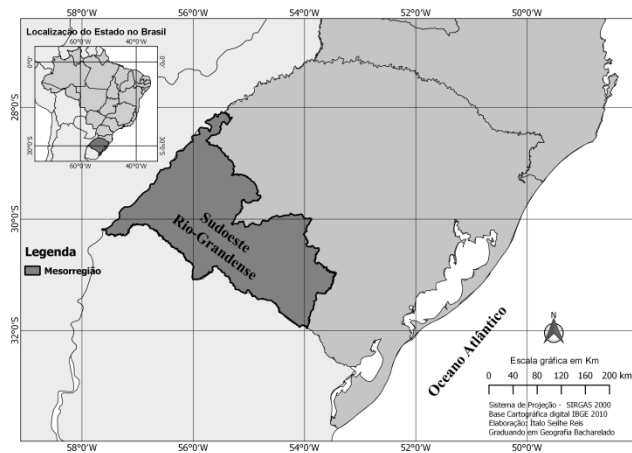


Figura 1 – Localização da Mesorregião Sudeste Rio-Grandense (MSRG).

O ENOS possui duas componentes, a saber: a oceânica, o El Niño ou a La Niña, e a componente atmosférica, a Oscilação Sul. O El Niño está relacionado ao aquecimento anormal da temperatura da superfície do mar (TSM) no oceano Pacífico Equatorial central e leste. Por outro lado, a La Niña corresponde ao resfriamento anormal da TSM no oceano Pacífico Equatorial central e leste (ANDREOLI e KAYANO, 2005).

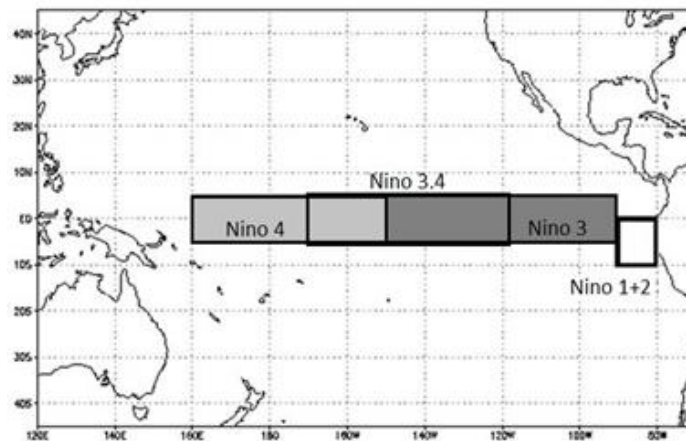


Figura 2 – Regiões do Oceano Pacífico Equatorial, Niño 1+2, Niño3, Niño3.4 e Niño 4. (Fonte: NOAA)

Como forma de detalhar e monitorar as variações das anomalias de TSM no oceano Pacífico Equatorial, a *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA) padronizou regiões e chamou de: Niño 1+2, Niño3, Niño 3.4 e Niño 4 (<https://www.ncdc.noaa.gov/teleconnections/enso/indicators/sst.php>), conforme

CaderNAU- Cadernos do Núcleo de Análises Urbanas, v. 10, n. 1, 2018, p. 11-21.
E-ISSN 2525-7994, ISSN 1982-2642

apresentado na Figura 2. Enquanto isso, a parte atmosférica do ENOS é conhecida como Oscilação Sul, e corresponde a variações na pressão atmosférica ao nível médio do mar entre a alta subtropical do Pacífico sudeste e a baixa pressão no norte da Austrália (TRENBERTH, 2013).

No entanto, tão importante quanto localizar possíveis regiões do ENOS que possam afetar o regime pluviométrico do RS, identificar com antecedência quando tal fenômeno ocorre também é muito relevante. Diante do exposto, o objetivo deste trabalho é avaliar a influência do Oceano Pacífico Equatorial no regime de precipitação na MSRГ durante o período de SON.

2. METODOLOGIA

Foram utilizados dados mensais, posteriormente convertidos em médias trimestrais, de PREC e TSM da reanálise CFSR (*Climate Forecasting System Reanalyses*) correspondente ao período de jan-1980 a dez-2010. A reanálise é um conjunto de dados climáticos desenvolvidos através de um registro sistemático e abrangente de como o tempo e o clima estão mudando ao longo do tempo. Nas reanálises, as observações e modelos numéricos que simulam um ou mais aspectos do sistema terrestre são combinados objetivamente para gerar uma estimativa sintetizada do sistema climático (KALNAY et al. 1996; FUJIWARA et al. 2017).

O CFSR é um produto da terceira geração de reanálises do *National Centers for Environmental Prediction* (NCEP), é uma reanálise global, de alta resolução, com acoplamento entre atmosfera – oceano – superfície terrestre – gelo marinho, destinado para fornecer a melhor estimativa do estado destes domínios acoplados ao longo do tempo (SAHA et al. 2010). A resolução do componente atmosférico do CFSR é de aproximadamente 38 km (T382) com 64 níveis na vertical. O componente oceânico é de 0.25° de resolução no equador, estendendo-se até 0.5° para além dos trópicos, com 40 níveis verticais (SAHA et al. 2010).

Para compreender as relações entre as variáveis TSM global e PREC da MSRГ, foram calculadas correlações de Pearson e utilizado o teste de significância de *t-Student*. A identificação de qual trimestre a TSM poderia

apresentar os maiores índices de correlação, e conseqüentemente, afetar as condições de PREC durante SON na MSRG, foi adotado o método de médias móveis.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Impactos do ENOS sobre a PREC na região Sudeste da América do Sul durante a primavera austral é conhecida por estudos prévios (TRENBERTH, 1997; GRIMM et al. 1998; GRIMM, 2003). Grimm e Tedeschi (2009) apresentaram a influência da região do Niño3 sobre os extremos de PREC sobre diferentes regiões do Brasil, incluindo a região Sul do Brasil, onde a fase positiva do ENOS (El Niño) está associada ao aumento da PREC durante SON. No entanto, uma análise da antecedência em que ocorrem as variações de TSM no oceano Pacífico Equatorial e que por conseqüência possam interferir no clima da MSRG é de grande relevância.

Por isso, com o cálculo das médias móveis, foi possível identificar qual trimestre que iniciou a correlação significativa entre a PREC da MSRG e a TSM de diferentes regiões do Oceano Pacífico Equatorial, conforme os índices Niños (4, 3.4, 3 e 1.2) estimados pela NOAA. Portanto, foi calculada a correlação pontual da PREC das duas principais cidades da MSRG, com a TSM das quatro regiões acima citadas do Niño. A primeira correlação significativa (0,403) foi observada entre a PREC de SON na cidade de Bagé e a TSM equivalente ao Niño4 do trimestre Maio-Junho-Julho, MJJ (Tabela 1).

Tabela 1 – Valores de correlações (com significância estatística de 5%) entre Precipitação (Prec) para SON e diferentes regiões dos Niños.

Cidades	Niños	1	2
Bagé	NINO3	JAS 0,404	SON 0,494
	NINO3.4	JJA 0,425	SON 0,551
	NINO4	MJJ 0,403	SON 0,569
Uruguiana	NINO1.2	ASO	SON

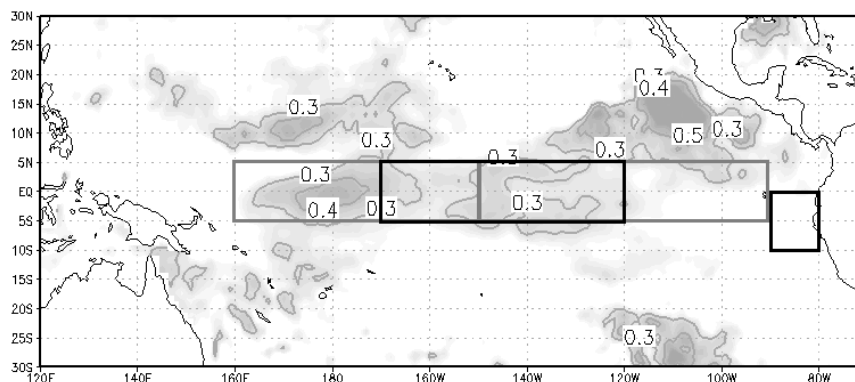
	0,355	0,406
	JJA	SON
Niño3	0,381	0,555
	JJA	SON
Niño3.4	0,416	0,545
	JJA	SON
Niño4	0,384	0,471

* A coluna "1" indica o trimestre que iniciou a correlação significativa, a coluna "2" o trimestre que a correlação apresentou o maior valor.

Posteriormente, de acordo com a Tabela 1, o trimestre JJA (Junho-Julho-Agosto) da TSM correspondente às regiões do Niño4, Niño 3.4 e Niño 3 (Niño 3.4) indicou correlação significativa com a PREC de SON em Uruguaiiana (Bagé). E por fim, a correlação da TSM no trimestre JAS (Julho-Agosto-Setembro) equivalente a área do Niño3 e a PREC de Bagé indicaram correlação significativa.

Na Figura 3a está disposta a correlação espacial entre os trimestres JJA da TSM com SON da PREC para a MSRGR, representando o trimestre com maior número de regiões correspondente ao ENOS. Os resultados encontrados na correlação espacial estão de acordo com as correlações pontuais encontrados na Tabela 1, os valores significativos de correlação estão mais concentrados na região central do oceano Pacífico Equatorial, principalmente nas áreas equivalente ao Niño4 e Niño 3.4. Por outro lado, não foi encontrada correlação entre a PREC de SON e a TSM do Niño 1.2 em JJA, no caso do Niño3, as correlações significativas ficaram mais concentradas no setor ocidental da região correspondente.

a)



b)

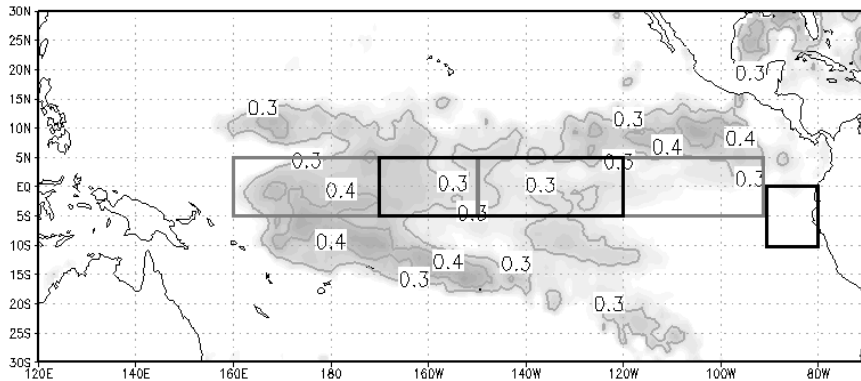


Figura 3–Correlação espacial entre a TSM do Oceano Pacífico Equatorial e a PREC da MSRG;

3a) Correlação entre os trimestres JJA da TSM e SON da PREC; **3b)** Correlação entre os trimestres SON da TSM e SON da PREC. Retângulo cinza à esquerda representa o Niño 4; retângulo preto central, o Niño 3.4; retângulo cinza à direita, o Niño 3; e o retângulo preto à direita, o Niño 1.2. Áreas em destaque representam onde a correlação foi estatisticamente significativa a 5%.

Após a identificação de qual trimestre iniciou a correlação da TSM do oceano Pacífico Equatorial e a PREC da MSRG, foi determinado qual período que a correlação seria máxima entre as duas variáveis em análise. De acordo com a coluna 2 da Tabela 1, todas as regiões do Niño apresentaram maiores valores de correlação com a PREC de Bagé e Uruguaiana durante o trimestre Setembro-Outubro-Novembro (SON). Com destaque para os maiores valores de correlação (0,569) entre o Niño4 e a PREC de Bagé, e Niño 3 e a PREC de Uruguaiana (0,555).

Ocorre um aumento espacial no oceano Pacífico Equatorial que influencia na PREC da MSRG durante o período de SON (Figura 3b), principalmente sobre a região central do Pacífico Equatorial, correspondente as áreas do Niño4, Niño 3.4 e setor ocidental do Niño 3. Este resultado também confirma as correlações pontuais encontradas na Tabela 1, exceto a correlação entre o Niño 1.2 e a PREC de Uruguaiana. Ainda de acordo com a Figura 3b, nota-se que a correlação espacial da TSM com a PREC extrapola os limites correspondentes aos índices Niños, chegando até as latitudes de 15° N e 15° S, indicando que a região Equatorial do oceano Pacífico tem grande influência sobre a região Sul do Brasil.

Além da identificação dos Niños com maior influência sobre a PREC da MSRG, é importante destacar que as correlações são positivas, indicando que a fase positiva do ENOS (El Niño) está associada a aumentos da PREC na MSRG, por outro lado, a fase negativa do ENOS (La Niña) está associada à redução na PREC. Os resultados encontrados acima estão de acordo com trabalhos anteriores, Britto et al. (2008) verificaram que a variabilidade interanual entre os anos que apresentam índices pluviométricos positivos (negativos) no Rio Grande do Sul estão associados ao fenômeno El Niño (La Niña). Garreaudet al. (2008) também encontraram grande influência do ENOS sobre o regime pluviométrico na região sul do Brasil durante o período de 1950 a 2005.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise das correlações confirma parte dos resultados de estudos anteriores, que o ENOS exerce influência sobre o regime pluviométrico durante SON no Rio Grande do Sul. No entanto, com o auxílio de médias móveis, verificou-se que anomalias de TSM durante JJA e SON na região compreendida entre Niño4, Niño 3.4 e Niño 3, ou seja, a região central do oceano Pacífico Equatorial exerce maior influência nas variações de PREC durante o trimestre SON na MSRG.

Este conhecimento prévio de possíveis variações na PREC, em pelo menos três meses e qual região equivalente aos índices Niño exerce maior controle sobre a PREC, pode servir como uma importante referência para o planejamento do setor agrícola, principalmente na época do plantio como no caso da soja e arroz, importantes culturas da MSRG.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Processo nº 23110.029260/2018-52.

5. BIBLIOGRAFIA

CaderNAU- Cadernos do Núcleo de Análises Urbanas, v. 10, n. 1, 2018, p. 11-21.
E-ISSN 2525-7994, ISSN 1982-2642

ANDREOLI, R. V., OLIVEIRA, S. S., KAYANO, M. T., VIEGAS, J., SOUZA, R. A. F. and CANDIDO, L. A. The influence of different El Niño types on the South American rainfall. **International Journal of Climatology**, vol. 1, 2017, p. 1347-1390.

ANDREOLI, R. and KAYANO, M. ENSO-Related rainfall anomalies in South America and associated circulation features during warm and cold Pacific Decadal Oscillation regimes. **International Journal of Climatology**, vol. 25, 2005, p. 2017-2030.

BRITO, F. P., BARLETTA, R. e MENDONÇA, M. Variabilidade espacial e temporal da precipitação pluvial no Rio Grande do Sul: Influência do fenômeno El Niño Oscilação Sul. **Revista Brasileira de Climatologia**, vol. 3, 2008.

CUNHA, G. R., BARNI, N. A., HAAS, J. C., MALUF, J. R. T., MATZENAUER, R., PASINATO, A., PIMENTEL, M. B. M. e PIRES, J. L. F. Zoneamento agrícola e época de semeadura para soja no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, vol. 9, n. 3, 2001, p. 446-459.

DIAZ, A.; STUDZINSKI, D. and MECHOSO, R. Relationships between precipitation anomalies in Uruguay and Southern Brazil and sea surface temperature the Pacific and Atlantic Oceans. **Journal of Climate**, vol. 11, n. 2, 1998, p. 251-271.

FUJIWARA, M., WRIGHT, J. S., MANNEY, G. L., GRAY, L. J., ANSTEY, J., BIRNER, T., DAVIS, S., GERBER, E. P., HARVEY, V. L., HEGGLIN, M. I., HOMEYER, C. R., KNOX, J. A., KRÜGER, K., LAMBERT, A., LONG, C. S., MARTINEAU, P., MOLOD, A., MONGE-SANZ, B. M., SANTEE, M. L., TEGTMEIER, S., CHABRILLAT, S., TAN, D. G. H., JACKSON, D. R., POLAVARAPU, S., COMPO, G. P., DRAGANI, R., EBISUZAKI, W., HARADA, Y., KOBAYASHI, C., McCARTY, W., ONOGI, K., PAWSON, S., SIMMONS, A., WARGAN, K., WHITAKER, J. S. and ZOU, C.-Z. Introduction to the SPARC Reanalysis Intercomparison Project (S-RIP) and overview of the reanalysis systems. **Atmospheric Chemistry and Physics**, vol. 17, 2017, p. 1417-1452.

GARREAUD, R.; VUILLE, M.; COMPAGNUCCI, R. and MARENGO, J. Present-day South American climate. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, vol. 281, n. 3-4, 2009, p. 180-195.

GRIMM, A. M., FERRAZ, S. E. T. and GOMES, J. Precipitation anomalies in Southern Brazil associated with El Niño and La Niña events. **Journal of Climate**, vol. 11, 1998, p. 2863-2880.

GRIMM, A. M. The El Niño impact on summer monsoon in Brazil: Regional processes versus remote influences. **Journal of Climate**, vol. 16, 2003, p. 263-280.

GRIMM, A. and TEDESCHI, R. ENSO and Extreme Rainfall Events in South America. **Journal of Climate**, vol. 22, n.7, 2009, p. 1589-1609.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – **Rio Grande do Sul: Uruguaiana: produção agrícola municipal – lavoura temporária – 2015, 2017.** Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/temas.php?codmun=432240&idtema=158>> acesso em 20/10/2018.

KALNAY, E., KANAMITSU, M., KISTLER, R., COLLINS, W., DEAVEN, D., GANDIN, L., IREDELL, M., SAHA, S., WHITE, G., WOOLLEN, J., ZHU, Y., CHELLIAH, M., EBISUZAKI, W., HIGGINS, W., JANOWIAK, J., MO, K. C., ROPELEWSKI, C., WANG, J., LEETMAA, A., REYNOLDS, R., JENNE, R. and JOSEPH, D. The NCEP/NCAR 40-Year Reanalysis Project. **Bulletin of the American Meteorological Society**, vol. 77, 1996, p. 437-471.

PEREIRA, H. R., REBOITA, M. S. e AMBRIZZI, T. Características da Atmosfera na Primavera Austral Durante o El Niño de 2015/2016. **Revista Brasileira de Meteorologia**, vol. 32, n. 2, 2017, p. 293-310.

SAHA, S., MOORTHI, S., PAN, H., WU, X., WANG, J., NADIGA, S., TRIPP, P., KISTLER, R., WOOLLEN, J., BEHRINGER, D., LIU, H., STOKES, D., GRUMBINE, R., GAYANO, G., WANG, J., HOU, Y., CHUANG, H., JUANG, H., SELA, S., IREDELL, M., TREADON, R., KLEIST, D., VAN DELST, P., KEYSER, D., DERBER, J., EK, M., MENG, M., WEI, H., YANG, R., LORD, S., VAN DEN DOOL, H., KUMAR, A., WANG, W., LONG, C., CHELLIAH, M., XUE, Y., HUANG, B., SCHEMM, J., EBISUZAKI, W., LIN, R., XIE, P., CHEN, M., ZHOU, S., HIGGINS, W., ZOU, C., LIU, Q., CHEN, Y., HAN, Y., CUCURULL, L., REYNOLDS, R.W., RUTLEDGE, G., and GOLD /BERG, M. The NCEP Climate Forecast System Reanalysis. **Bulletin American Meteorological Society**, vol.91, 2010, p. 1015–1058.

STEINMETZ, S. e BRAGA, H. J. Zoneamento de arroz irrigado por épocas de semeadura nos estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, vol. 9, n. 3, 2001, p. 429-438.

TRENBERTH, K. E. The definition of El Niño. **Bulletin American Meteorological Society**, vol. 78, 1997, p. 2771-2777.

TREBERTH, K. E. El Niño Southern Oscillation (ENSO), Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences. **Encyclopedia of Ocean Sciences** (Second Edition), 2013, p. 228-240.

Recebido em 17 de outubro de 2018. Aceito em 14 de dezembro de 2018.