



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

**GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

## **A INFLUÊNCIA DO ENOS NAS CONDIÇÕES CLIMÁTICAS DO MUNICÍPIO DE SÃO LOURENÇO/MG**

Patrícia Rosa Aguiar<sup>(a)</sup>, Regina Gonçalves Bastos<sup>(b)</sup>, Antoniel Silva Fernandes<sup>(c)</sup>, Daniel Sena Braga<sup>(d)</sup>, Gisele Mol da Silva<sup>(e)</sup>, Neolmar Matos Filho<sup>(f)</sup>, Alecir Antônio Maciel Moreira<sup>(g)</sup>

(a) (b) (c) (g) PPG em Geografia – Tratamento da Informação Espacial, PUC/MINAS

(d) (e) (f) PPG em Engenharia Mecânica, PUC/MINAS

### **Eixo - A Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais**

#### **Resumo**

Os fenômenos que geram variabilidade climática ainda são poucos compreendidos, bem como suas ocorrências e efeitos em diferentes regiões. Buscou-se identificar as possíveis alterações nos parâmetros meteorológicos na região de São Lourenço em Minas Gerais na ocorrência do ENOS, através dos métodos estatísticos da correlação e da regressão. Foi realizada, em primeiro momento, uma revisão bibliográfica para compreensão dos processos de interação entre os parâmetros climáticos, à nível de município, e também uma revisão dos estudos de variabilidade climática, com foco nos fenômenos do ENOS. Assim, constatou-se que os valores que apresentam maior correlação estão concentrados na região de Niño 1+2. É nas estações da primavera e do outono as maiores anomalias para as temperaturas mínimas, médias compensadas e máximas em São Lourenço. As anomalias identificadas foram moderadas, não sendo identificadas anomalias forte ou muito forte. Os demais parâmetros analisados não apresentaram alterações na ocorrência de ENOS para a região.

**Palavras chave:** Variabilidade Climática, ENOS, São Lourenço, Minas Gerais.

#### **1. Introdução**

A variabilidade climática acoplada do oceano-atmosfera que ocorre na região equatorial do Oceano Pacífico, ou seja, El Niño-Oscilação Sul (ENOS), produz alterações na Temperatura da Superfície do Mar (TSM), na pressão atmosférica, na direção dos ventos e na convecção tropical. É considerado o principal mecanismo de variabilidade climática interanual global (YEH, 2009).

Em condições climáticas normais, os ventos alísios com direção leste/oeste, impulsiona as águas quentes superficiais do Oceano Pacífico nas proximidades da costa da América do Sul para a região da Ásia, contribuindo para que ocorra ressurgência no litoral peruano. Dessa forma, em condições normais as águas superficiais do Oceano Pacífico Leste são mais frias em relação às águas do Pacífico Oeste.



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

Já nas condições climáticas sob o efeito do ENOS, ocorre um enfraquecimento dos ventos alísios nesta região, ocasionando um aumento na TSM e a diminuição da ressurgência no Oceano Pacífico Leste. Mendonça e Danni-Oliveira (2007) ressaltam que a anomalia térmica na ocorrência do ENOS atinge proporções elevadas ( $1^{\circ}\text{C}$ ) ou muito elevadas (de  $4^{\circ}\text{C}$  a  $6^{\circ}\text{C}$ ) acima da média térmica, que é de  $23^{\circ}\text{C}$ , isso irá alterar a dinâmica normal da Célula de Walker.

Tal fenômeno dificulta o resfriamento das águas da costa oeste da América do Sul, provocando mudanças na circulação dos ventos. Pode-se citar como efeitos que ocorrem no Brasil devido a esse fenômeno o aumento das precipitações no sul, aumento moderado das temperaturas durante o inverno no sudeste, e a seca na região do extremo norte do país e no semiárido nordestino durante a estação chuvosa, entre fevereiro a maio (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007).

Com características opostas às do El Niño, ocorre o fenômeno La Niña. Trata-se do resfriamento das águas superficiais do Oceano Pacífico, em especial na região equatorial, proporcionando também a alteração na Célula de Walker, provocando mudanças na direção dos ventos e nas massas de ar. Como efeitos no Brasil nos períodos chuvosos, entre dezembro a fevereiro, tende a intensificar as chuvas nas regiões norte e nordeste do país, bem como proporciona um período seco na região sudeste.

As condições oceânicas e atmosféricas no oceano Pacífico Equatorial apresentam fases irregulares, alternando entre as fases quentes do ENOS e as fases frias nas quais as águas superficiais se resfriam com a ocorrência da La Niña (figura 1).

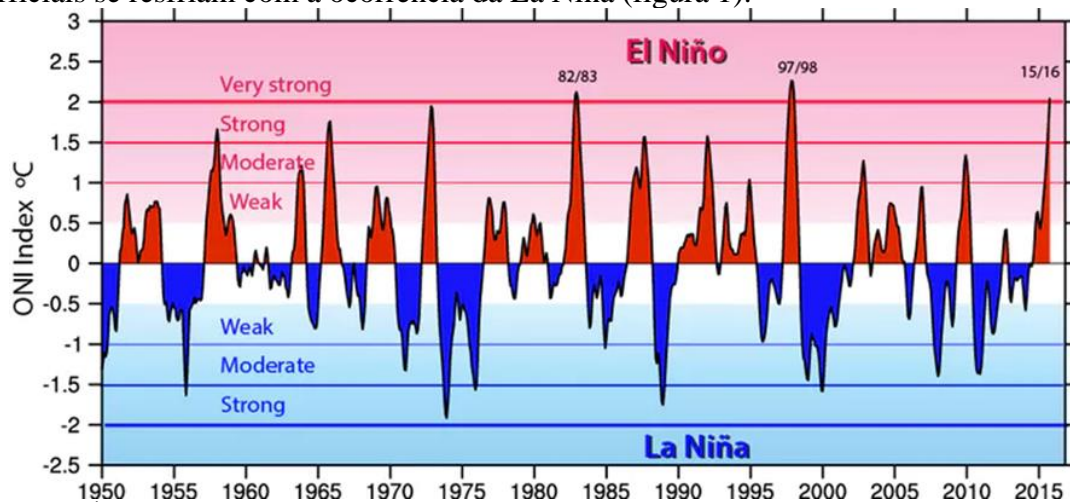


Figura 1 - Índice de Niño Oceânico (ONI) demonstrando fases quentes (em vermelho) e frias (em azul) da temperatura anormal da superfície do mar no Oceano Pacífico. Fonte: The Conversation, 2016.

A influência do ENOS na variabilidade da precipitação sobre o Brasil proporciona um impacto na produção agrícola, através dos longos períodos de estiagem no Nordeste, e também nas áreas sujeitas a ocorrência de enchentes, na região sul e sudeste.



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

As anomalias da temperatura na superfície do mar que ocorrem no oceano Pacífico na porção equatorial estão separadas por regiões de Niños, conforme mostra a Figura 2. O Pacífico tropical leste, em torno de 140° lat.W, tem a maior influência na precipitação em várias regiões do continente sul-americano durante eventos de El Niño (Niño 1+2); enquanto que durante La Niña, a região próxima da área central do Pacífico mostra uma influência mais significativa.

Dessa forma, o objetivo deste artigo consiste em verificar as possíveis influências das variáveis oceânicas, a partir da Temperatura da Superfície do Mar e do Índice de Oscilação Sul (IOS) das regiões de Niño 1+2, Niño 3, Niño 4 e Niño 3+4, nas condições climáticas do município de São Lourenço em Minas Gerais.

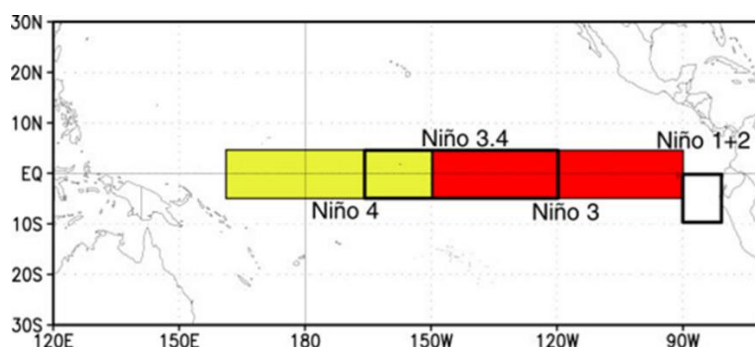


Figura 2 - Localização das regiões de Niño na faixa equatorial do Oceano Pacífico.

Fonte: Climate Prediction Center, 2018.

## 2. Materiais e Métodos

Para a elaboração deste artigo foi realizada, em primeiro momento, uma revisão bibliográfica para compreensão dos processos de interação entre os parâmetros climáticos, à nível de município, e também uma revisão dos estudos de variabilidade climática, com foco nos fenômenos do ENOS.

A partir da prévia compreensão dos fenômenos analisados, houve o acesso aos dados da estação meteorológica de número 83.736 instalada no município de São Lourenço, MG, pertencente ao Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet).

Os parâmetros consultados foram direção e velocidade do vento, evaporação, insolação, nebulosidade, número de dias da precipitação, pressão atmosférica, umidade relativa do ar, e temperaturas mínima, máxima e média compensada, no período entre os anos de 1981 e 2016. Para o estudo das variabilidades do oceano, utilizou-se as variáveis de TSM, entre os anos de 1982 e 2017, e os dados do Índice de Oscilação Sul (IOS), no período de 1951 a 2017.

Foi realizada uma filtragem nos dados apresentados, possibilitando a seleção de períodos específicos para se analisar os fenômenos presentes. Identificou-se a ausência de informações em alguns períodos, dessa forma, optou-se por selecionar os dados que apresentaram um intervalo de tempo com menos informações ausentes. Após o período



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

selecionado, foi calculada a média para os meses faltantes. Estes dados foram utilizados para completar os dados ausentes.

A partir de então, foi selecionado o período entre os anos de 1990 e 2016 para filtrar os dados e analisar o comportamento e a diferença entre os períodos de ocorrência do El-Niño e a não ocorrência. A Figura 3 apresenta o registro da ocorrência de El-Niño e La-Niña.

El Niño				La Niña		
Weak - 10	Moderate - 7	Strong - 5	Very Strong - 3	Weak - 10	Moderate - 4	Strong - 7
1952-53	1951-52	1957-58	1982-83	1954-55	1955-56	1973-74
1953-54	1963-64	1965-66	1997-98	1964-65	1970-71	1975-76
1958-59	1968-69	1972-73	2015-16	1971-72	1995-96	1988-89
1969-70	1986-87	1987-88		1974-75	2011-12	1998-99
1976-77	1994-95	1991-92		1983-84		1999-00
1977-78	2002-03			1984-85		2007-08
1979-80	2009-10			2000-01		2010-11
2004-05				2005-06		
2006-07				2008-09		
2014-15				2016-17		
				2017-18		

Figura 3 - Ocorrência de El-Niño e La-Niña.

Fonte: GOLDEN GATE WEATHER SERVICES, 2018.

A partir da ocorrência do fenômeno de El Niño, foi selecionado o período dos anos de 1997 e 1998, buscando correlacionar o El-Niño mais intenso com os dados meteorológicos de São Lourenço para o mesmo período. Foi utilizado a variáveis estatísticas da correlação e da regressão através do software Minitab®, versão 17.

Na sistematização dos dados procurou associar as informações das regiões marítimas com os dados de precipitação, número de dias de chuva, e temperaturas. Optou-se por esses parâmetros, pois entende-se que é através da quantidade de dias de chuva, da sua intensidade, e da temperatura, que é possível verificar a influência do fenômeno ENOS.

Através da planificação da correlação entre as regiões marítimas com as variáveis de temperatura permitiu observar o avanço do fenômeno sazonalmente no município de interesse. De acordo com Viali (2018), a correlação fornece um valor que expressa a relação entre duas variáveis. Nesta pesquisa, essa correspondência foi utilizada para identificar qual(is) regiões de ocorrência do El-Niño possui(em) maior influência nos parâmetros meteorológicos de São Lourenço.

Na regressão, o valor obtido expressa o comportamento de uma das variáveis escolhida em função de outra variável selecionada, esta relação foi utilizada para analisar qual a dimensão desta influência percebida no município.

A partir dos valores obtidos, a correlação foi classificada em 5 índices, baseado em Baba, Vaz e Costa (2014), e especificados a seguir (figura 4). Para esta pesquisa, preocupou-se em realizar as interpretações das correlações positivas. Para melhor ilustrar os resultados foram elaborados gráficos que segue na apresentação dos resultados.





XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

Intervalo	Interpretação
0,00 - 0,19	Correlação muito fraca
0,20 - 0,39	Correlação fraca
0,40 - 0,69	Correlação moderada
0,70 - 0,89	Correlação forte
0,90 - 1,00	Correlação muito forte

Figura 4 - Valores para a correlação.  
Fonte: BABA; VAZ; COSTA (2014)

### 3. Resultados e Discussões

A partir do método estatístico da correlação constatou-se que os valores que apresentam maior correlação estão concentrados na região de Niño 1+2 (Figura 5). Todas as outras regiões apresentam correlação negativa, demonstrando que qualquer correlação existente entre os fenômenos ocorre na região mais próxima do continente americano, conforme mostra a figura 02.

A temperatura mínima apresenta correlação positiva nas regiões 3 e 1+2 do El-Niño (Figura 5), sendo mais expressiva na região 1+2 com uma correlação moderada (0,405). As outras variáveis apresentam correlação fraca conforme a proposta de Baba, Vaz e Costa (2014).

	Precipitação	Nº dias chuva	T min	T comp	T max
Niño 1 + 2	0,221	0,286	0,405	0,34	0,262
Niño 3	-0,095	-0,084	0,031	-0,017	-0,031
Niño 3 + 4	-0,221	-0,235	-0,173	-0,191	-0,158
Niño 4	-0,207	-0,213	-0,202	-0,189	-0,141

Figura 5 - Correlação das regiões de El-Niño e os parâmetros meteorológicos de São Lourenço, MG.

Portanto, de forma geral, constata-se que a temperatura mínima é o parâmetro que vai apresentar maior mudança com a presença do El Niño no município de São Lourenço. Para aferição dos resultados foram feitas para cada estação do ano as correlações para temperatura mínima, média compensada e máxima, de forma a averiguar em qual estação do ano a correlação vai ser mais significativa (Figura 6).



		Nino 1 + 2	Nino 3	Nino 3 + 4	Nino 4
Verão	T min	0,152	0,334	0,366	0,288
	T comp	0,317	0,380	0,333	0,250
	T max	0,320	0,277	0,196	0,120
Primavera	T min	0,504	0,282	0,224	0,173
	T comp	0,522	0,362	0,309	0,225
	T max	0,368	0,353	0,332	0,251
Inverno	T min	0,065	0,072	0,047	0,074
	T comp	-0,269	-0,274	-0,201	-0,024
	T max	-0,358	-0,387	-0,295	-0,112
Outono	T min	0,626	0,090	-0,269	-0,243
	T comp	0,662	0,156	-0,228	-0,234
	T max	0,559	0,184	-0,171	-0,194

Figura 6 - Correlação entre as regiões do El-Niño e os parâmetros de temperatura em São Lourenço, MG, de acordo com a estação climática.

Na figura 06 observa-se que de forma geral, a correlação é frequente e, sempre com dados positivos, nas estações da primavera e do verão. Porém, é nas estações do outono e do inverno que a correlação gerou resultados mais expressivo, sendo interpretada como moderada na classificação de Baba, Vaz e Costa (2014). Entretanto, somente as regiões 1+2 e 3 que apresentam correlações positivas nas estações do outono e do inverno.

Desta forma, o El-Niño região 1+2 vai influenciar nas condições do tempo de São Lourenço nas estações da primavera e do outono, conforme os dados de temperatura mínima, com uma correlação moderada (Figura 6). Cabe ressaltar, que em nenhum dos casos identificados de correlação observou-se este parâmetro classificados como forte ou muito forte. Acredita-se que, devido ao longo processo de formação do El-Niño, que pode durar cerca de 18 meses, o efeito no interior do continente será sentido com uma dinâmica não esperada. O El-Niño pode provocar a intensificação da seca em algumas regiões, ou a intensificação de chuvas em outras.

Este efeito somente na estação do outono pode indicar um retardo nos seus efeitos ao atingir a superfície continental. A partir da regressão realizada observou o mesmo padrão de interferência, ou seja, as alterações nas condições do tempo para o município de São Lourenço ocorreram na atuação de Nino 1+2 (Figura 7).



		Nino 1+2	Nino 3	Nino 3 + 4	Nino 4
T min	R <sup>2</sup>	16,36	0,10	3,01	4,06
	R <sup>2</sup> (adj)	16,10	0,00	2,71	3,76
	R <sup>2</sup> (pred)	15,49	0,00	1,85	3,02
T comp	R131	11,59	0,03	3,65	3,56
	R <sup>2</sup> (adj)	11,31	0,00	3,35	3,26
	R <sup>2</sup> (pred)	10,67	0,00	2,50	2,55
T max	R132	6,84	0,09	2,50	1,99
	R <sup>2</sup> (adj)	6,55	0,00	2,19	1,68
	R <sup>2</sup> (pred)	5,81	0,00	1,33	0,95
Precip.	R133	4,89	0,91	4,87	4,30
	R <sup>2</sup> (adj)	4,60	0,60	4,57	4,00
	R <sup>2</sup> (pred)	3,91	0,00	3,44	2,86
Nº dias chuva	R134	0,00	0,21	0,95	0,75
	R <sup>2</sup> (adj)	0,00	0,00	0,64	0,44
	R <sup>2</sup> (pred)	0,00	0,00	0,00	0,00

Figura 7 - Regressão entre regiões de El-Niño e os parâmetros climáticos de São Lourenço, MG.

Na figura 07, observa-se que a dependência do comportamento de uma variável climática com o El-Niño só é mais evidenciada nas temperaturas mínimas. Na variável de número de chuvas, quase a totalidade dos valores não apresentam taxa de regressão. No que diz respeito à precipitação, o índice não ultrapassa os 5,00 de regressão. Conforme já expresso nos dados de correlação, a regressão também será evidenciada no outono com valores mais significativos (Figura 8).

		Nino 1+2			
		Verão	Primavera	Inverno	Outono
T min	R <sup>2</sup>	2,31	25,40	0,42	39,24
	R <sup>2</sup> (adj)	1,07	24,45	0,00	38,47
	R <sup>2</sup> (pred)	0,00	21,54	0,00	36,34

Figura 8 - Regressão entre El-Niño 1+2 e a temperatura mínima em São Lourenço, MG, para as estações do ano.

Após a identificação do Niño 1+2 e seus respectivos momentos de maior influência nos parâmetros meteorológicos de São Lourenço, realizou-se a regressão do Niño 1+2 nas três temperaturas médias, somente nos períodos de primavera e outono. Foi utilizado como critério



de corte o valor percentual de 15%. A regressão ocorreu tendo maior influência na temperatura mínima e na temperatura compensada média.

			Niño 1+2				Niño 1+2
Primavera	T min	R <sup>2</sup>	25,40	Outono	T min	R131	39,24
		R <sup>2</sup> (adj)	24,45			R <sup>2</sup> (adj)	38,47
		R <sup>2</sup> (pred)	21,54			R <sup>2</sup> (pred)	36,34
	T comp	R <sup>2</sup>	27,24		T comp	R131	43,36
		R <sup>2</sup> (adj)	26,32			R <sup>2</sup> (adj)	43,15
		R <sup>2</sup> (pred)	23,61			R <sup>2</sup> (pred)	41,36
	T max	R <sup>2</sup>	13,53		T max	R131	35,84
		R <sup>2</sup> (adj)	12,44			R <sup>2</sup> (adj)	35,03
		R <sup>2</sup> (pred)	9,42			R <sup>2</sup> (pred)	33,00

Figura 9 - Regressão entre El-Niño 1+2 e a temperatura em São Lourenço, MG, nas estações de primavera e outono.

#### 4. Considerações Finais

Os fenômenos que geram variabilidade climática ainda são poucos compreendidos, bem como suas ocorrências e efeitos em diferentes regiões. Buscou neste artigo identificar as possíveis alterações nos parâmetros meteorológicos na região de São Lourenço em Minas Gerais na ocorrência do ENOS, através dos métodos estatísticos da correlação e da regressão.

A análise focou-se na ocorrência do El Niño de 1997/1998, pois este é considerado um dos mais severos até então (GOLDEN GATE WEATHER SERVICES, 2018). Desta forma, constatou-se que é nas estações da primavera e do outono as maiores anomalias para as temperaturas mínimas, médias compensadas e máximas em São Lourenço. As anomalias identificadas foram moderadas, não sendo identificadas anomalias forte ou muito forte conforme a classificação de Baba, Vaz e Costa (2014).

Os demais parâmetros analisados não apresentaram alterações na ocorrência de ENOS para a região de São Lourenço em Minas Gerais.





XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

## Referências Bibliográficas

BABA, R. K.; VAZ, M. S. M. G.; COSTA, J.. Correção de dados agrometeorológicos utilizando métodos estatísticos. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 29 n.4., 515 - 526, 2014. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0102-77862014000400005&lng=pt&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-77862014000400005&lng=pt&tlng=pt)>. Acesso em: 13 dez. 2018

*Climate Prediction Center*. **Localização das regiões de Nino na Bacia do Pacífico (Figura)**. Disponível em: <[http://www.cpc.noaa.gov/products/analysis\\_monitoring/ensostuff/nino\\_regions.shtml](http://www.cpc.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/nino_regions.shtml)>. Acesso em: 11 dez. 2018.

*GOLDEN GATE WEATHER SERVICES*. **El Niño and La Niña Years and Intensities**. Updated thru Sept-Oct-Nov 2018. Disponível em: <<https://ggweather.com/enso/oni.htm>>. Acesso em: 11 dez. 2018.

MENDONÇA, F.; Danni-Oliveira, I. M. **Climatologia: noções básicas e climas do Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2007. 206 p.

MOREIRA, Alecir Antônio Maciel. **ENSO – EL NIÑO – Southern Oscillation**. Belo Horizonte: Programa de Pós-Graduação em Geografia da PUC Minas, Disciplina Variabilidades Climáticas, 2018. Notas de aula.

VIALE, Lorí. **Correlação e regressão**. Texto V. Série Estatística Básica. Enfoque Exatas, material didático. [n.d]. Disponível em: <[http://www.pucrs.br/ciencias/viali/graduacao/engenharias/material/apostilas/Apostila\\_5.pdf](http://www.pucrs.br/ciencias/viali/graduacao/engenharias/material/apostilas/Apostila_5.pdf)>. Acesso em: 11 dez. 2018.

*The Conversation*. **O que a América do Norte pode esperar do El Niño**. 2016. Disponível em: <<http://theconversation.com/what-north-america-can-expect-from-el-nino-51959>>. Acesso em: 11 dez. 2018.

YEH, S. W.; KUG, J. S.; DEWITTE, B.; KWON, M. H.; KIRTMAN, B. P.; JIN, F. F. El Niño in a changing climate. **Nature**. vol 461, 24 set. 2009.