

Artigo Original


e-ISSN 2177-4560

DOI: 10.19180/2177-4560.v13n12019p79-99

Submetido em: 22 jun. 2018

Aceito em: 26 fev. 2019


Possível Influência do Fenômeno Climático Oceânico-Atmosférico El Niño Oscilação Sul (ENOS) sobre a Precipitação Acumulada Mensal em Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil

Antônio Ivo Gomes Barbosa  <https://orcid.org/0000-0003-1854-3487>

Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal Fluminense (PPG/UFF) – Campos dos Goytacazes/RJ – Brasil. E-mail: antonioivo@id.uff.br.

Gustavo Henrique Naves Givisiez  <https://orcid.org/0000-0002-1508-5233>

Professor Permanente do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal Fluminense (PPG/UFF) – Campos dos Goytacazes/RJ – Brasil. E-mail: gh_naves@id.uff.br.

Eduardo Manuel Rosa Bulhões  <https://orcid.org/0000-0002-6000-3890>

Doutor em Geologia e Geofísica Marinha (UFF). Professor Permanente do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal Fluminense (PPG/UFF) – Campos dos Goytacazes/RJ – Brasil. E-mail: eduardobulhoes@id.uff.br.

Este estudo se baseia na hipótese de existir alguma relação entre o fenômeno climático oceânico-atmosférico El Niño Oscilação Sul (ENOS) e o comportamento do clima no município de Campos dos Goytacazes, situado ao norte do estado do Rio de Janeiro, na Região Sudeste do Brasil, no que se refere aos valores de precipitação acumulada mensal. Para isso, foram analisadas seis estações distribuídas no município de Campos dos Goytacazes/RJ, sendo uma estação climatológica e cinco estações pluviométricas. Foi também utilizado o banco de dados fornecidos pela NOAA, no qual é possível observar valores de TSM na porção sul-oriental do Oceano Pacífico, de modo a identificar os períodos de ocorrência do fenômeno oceânico-atmosférico ENOS e relacioná-los com os dados climatológicos de precipitação acumulada mensal no município de Campos dos Goytacazes/RJ cedidos por duas plataformas on-line: Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP), desenvolvida pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET); e HidroWEB, desenvolvida pela Agência Nacional de Águas (ANA). Por fim, foi elaborada uma planilha com o intuito de relacionar os períodos de eventos ENOS mais intensos com uma distribuição dos valores de precipitação acumulada mensal nas seis estações climatológicas mencionadas anteriormente, tendo como recorte temporal o período entre os anos de 1961 e 2016. Após uma análise desses dados utilizando métodos estatísticos, percebeu-se que, a princípio, não foi possível obter clara evidência de relação entre a ocorrência de fenômeno ENOS e o comportamento dos valores de precipitação acumulada mensal em Campos dos Goytacazes/RJ nesse recorte temporal, ainda que o resultado da linha de tendência do diagrama de dispersão apontasse para que maiores valores de precipitação acumulada mensal ocorressem durante episódios de La Niña. Entretanto, estudos devem continuar sendo realizados para uma melhor compreensão acerca do ENOS e de seus possíveis efeitos na Região Sudeste brasileira, visto que essa relação ainda não está muito clara para a comunidade científica.

Palavras-chave: ENOS. Precipitação. Norte Fluminense. Teleconexões.

Possível Influência do Fenômeno Climático Oceânico-Atmosférico El Niño Oscilação Sul (ENOS) sobre a Precipitação Acumulada Mensal em Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil

Antônio Ivo Gomes Barbosa, Gustavo Henrique Naves Givisiez, Eduardo Manuel Rosa Bulhões

.....
Possible Influence of the Oceanic-Atmospheric Climatic Phenomenon El Niño Southern Oscillation (ENSO) on the Monthly Accumulated Precipitation in Campos dos Goytacazes, RJ, Brazil

This study is based on the hypothesis that there is some relationship between the oceanic-atmospheric climatic phenomenon El Niño Southern Oscillation (ENSO) and the climate behavior in the municipality of Campos dos Goytacazes, located in the north of the state of Rio de Janeiro, Brazil, in relation to the values of accumulated monthly rainfall of this locality. For this, six stations distributed in the municipality of Campos dos Goytacazes, RJ, were analyzed, being one climatological station and five rainfall stations. It was hypothesized that there would be some relationship between the monthly cumulative precipitation values and the occurrence of ENSO events. For this study, the database provided by NOAA was used, where it is possible to observe SST values in the south-eastern portion of the Pacific Ocean, in order to identify the periods of occurrence of the oceanic-atmospheric phenomenon ENOS and to relate them with climatological data of monthly accumulated precipitation in the municipality of Campos dos Goytacazes, RJ, provided by two online platforms: Meteorological Database for Teaching and Research (in Portuguese, Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa - BDMEP), developed by the National Institute of Meteorology (INMET); and HidroWEB, developed by the National Water Agency (in Portuguese, Agência Nacional de Águas - ANA). Finally, a spreadsheet was elaborated with the purpose of relating the periods of more intense ENSO events with a distribution of monthly accumulated precipitation value in the six climatological stations mentioned previously, having as temporal cut the period between the years of 1961 and 2016. After an analysis of these data using statistical methods, it was realized that, at the beginning, it was not possible to obtain clear evidence of the relationship between the occurrence of ENOS phenomenon and the behavior of the values of accumulated monthly precipitation in Campos dos Goytacazes/RJ, in this temporal cut, although the result of the trend line of the dispersion diagram pointed to higher values of accumulated monthly rainfall occurring during episodes of La Niña. However, studies should continue to be carried out for a better understanding of ENSO and its possible effects in the Southeastern Brazilian region, since this possible relationship is still not very clear for the scientific community.

Keywords: ENSO. Precipitation. Campos dos Goytacazes. Teleconnections.

Posible Influencia del Fenómeno Climático Oceánico-Atmosférico El Niño Oscilación del Sur (ENOS) sobre la Precipitación Acumulada Mensual en Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil

Este estudio se basa en la hipótesis de que existe alguna relación entre el fenómeno climático oceánico-atmosférico El Niño Oscilación del Sur (ENOS) y el comportamiento del clima en el municipio de Campos dos Goytacazes, situado al norte del estado de Río de Janeiro, en la Región Sudeste de Brasil, en lo que se refiere a los valores de precipitación acumulada mensual. Para ello, se analizaron seis estaciones distribuidas en el municipio de Campos dos Goytacazes, siendo una estación climatológica y cinco estaciones pluviométricas. Se utilizó también la base de datos suministrada por la NOAA en la que se pueden observar valores de TSM en la porción sur-oriental del Océano Pacífico para identificar los periodos de ocurrencia del fenómeno oceánico-atmosférico ENOS y relacionarlos con los datos climatológicos de precipitación acumulada mensual en el



Possível Influência do Fenômeno Climático Oceânico-Atmosférico El Niño Oscilação Sul (ENOS) sobre a Precipitação Acumulada Mensal em Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil

Antônio Ivo Gomes Barbosa, Gustavo Henrique Naves Givisiez, Eduardo Manuel Rosa Bulhões

.....

municipio de Campos dos Goytacazes, cedidos por dos plataformas en línea: Banco de Datos Meteorológicos para Enseñanza e Investigación (BDMEP), desarrollada por el Instituto Nacional de Meteorología (INMET); y HidroWEB, desarrollada por la Agencia Nacional de Aguas (ANA). Por último, se elaboró una hoja de trabajo con el fin de relacionar los períodos de eventos ENOS más intensos con una distribución de los valores de precipitación acumulada mensual en las seis estaciones climatológicas mencionadas anteriormente, teniendo como recorte temporal el período entre los años 1961 y 2016. A través de un análisis de estos datos utilizando métodos estadísticos, se percibió que, al principio, no fue posible obtener clara evidencia de relación entre la ocurrencia del fenómeno ENOS y el comportamiento de los valores de precipitación acumulada mensual en Campos dos Goytacazes en ese recorte temporal, aunque el resultado de la línea de tendencia del diagrama de dispersión apunta para que valores más altos de precipitación acumulada mensual ocurrieran durante episodios de La Niña. Sin embargo, estudios deben continuar siendo realizados para una mejor comprensión acerca del ENOS y de sus posibles efectos en la Región Sudeste brasileña, ya que esa relación aún no está muy clara para la comunidad científica.

Palabras clave: ENOS. Precipitación. Campos dos Goytacazes. Teleconexión.



Possível Influência do Fenômeno Climático Oceânico-Atmosférico El Niño Oscilação Sul (ENOS) sobre a Precipitação Acumulada Mensal em Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil

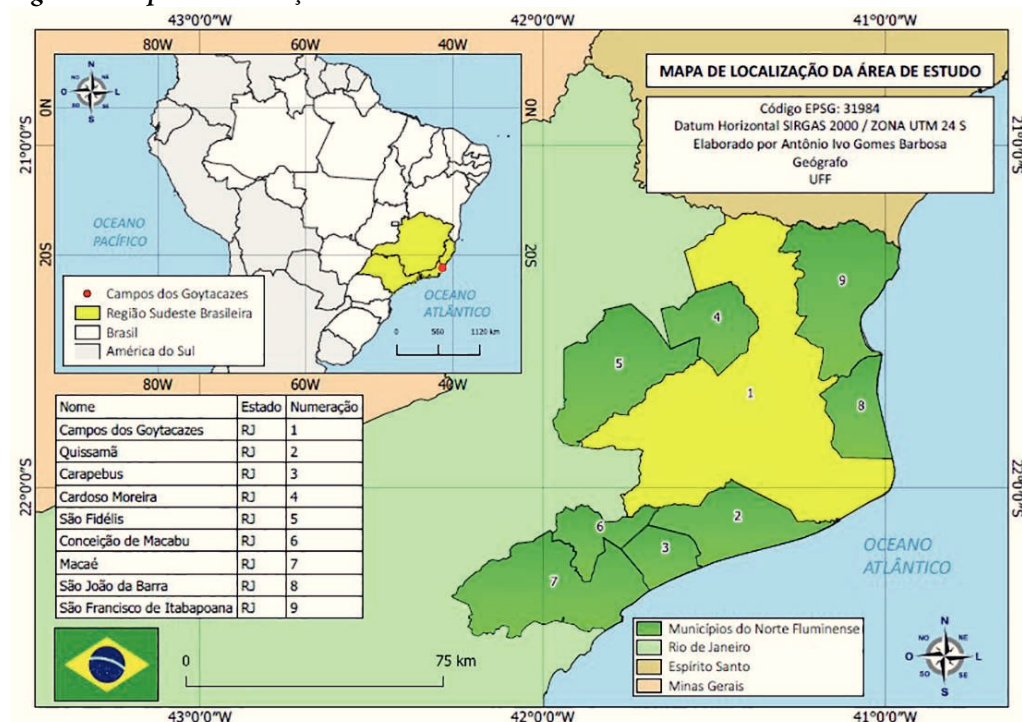
Antônio Ivo Gomes Barbosa, Gustavo Henrique Naves Givisiez, Eduardo Manuel Rosa Bulhões

1 Introdução

A ciência tem feito cada vez mais associações de eventos climáticos locais com a interferência de fenômenos climáticos em localidades distintas durante eventos de El Niño e La Niña. Tais processos são denominados de teleconexões. Segundo Barry e Chorley (2013), as teleconexões são definidas como ligações entre variáveis atmosféricas e oceânicas por longas distâncias, gerando climas mais úmidos ou mais secos do que a normal climatológica observada para aquelas regiões distintas. Atualmente, o que se sabe é que a intensidade relativa de um ENOS e suas teleconexões podem afetar a pluviosidade do noroeste africano, da zona subsaariana, das monções asiáticas e de áreas extensas da América do Sul, incluindo aqui grandes porções do território brasileiro (BARRY; CHORLEY, 2013). Essa associação tornará este estudo um importante meio de se explicar possíveis futuros acúmulos de chuva em Campos dos Goytacazes mediante a relação dos valores de precipitação acumulada mensal e a ocorrência dos fenômenos climáticos oceânico-atmosféricos El Niño e La Niña no período correspondente entre os anos de 1961 e 2017.

Localizado na região sudeste brasileira, Campos dos Goytacazes é um município que pertence à Região Norte Fluminense do estado do Rio de Janeiro (Figura 1). Essa região abrange também os municípios de Carapebus, Cardoso Moreira, Conceição de Macabu, Macaé, Quissamã, São Fidélis, São Francisco de Itabapoana e São João da Barra (IBGE, 2010 *apud* SEBRAE/RJ, 2015). O município possui uma área total de 4.026,696 km² e um contingente populacional de 487.186 habitantes, conforme o censo do IBGE realizado no ano de 2010, apresentando¹ um PIB de 57.096.762 mil reais, sendo o setor agropecuário responsável por 147.430 mil reais.

Figura 1. Mapa de localização Global da área de estudo



¹ IBGE (2010)

Possível Influência do Fenômeno Climático Oceânico-Atmosférico El Niño Oscilação Sul (ENOS) sobre a Precipitação Acumulada Mensal em Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil

Antônio Ivo Gomes Barbosa, Gustavo Henrique Naves Givisiez, Eduardo Manuel Rosa Bulhões

Segundo o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2016), Campos dos Goytacazes apresenta um clima tropical cuja temperatura média é 22,7 °C. Entretanto, agricultores locais queixam-se de um baixo índice pluviométrico na região, que pode ter por vários meses um índice de chuvas abaixo da quantidade ideal para a subsistência das práticas agrícolas e agropecuárias. Quando chegam, as chuvas podem vir de forma torrencial em um curto período de tempo, causando enchentes em áreas urbanas do município devido à precariedade de absorção das águas pelo solo, uma vez que nessas localidades o solo foi, em grande parte, coberto por materiais que geram muito escoamento e pouca absorção. De acordo com Leite (2013, p. 12-13), o município de Campos dos Goytacazes:

(...) se caracteriza por apresentar uma vasta planície compreendida pelo baixo curso dos rios Paraíba do Sul e Itabapoana (...). O que se verifica, atualmente, é uma realidade marcada pelo risco. A população convive com a constante ameaça dos transbordamentos da drenagem superficial os quais, embora expressem um comportamento natural (em especial por tratar-se de uma planície), foram fortemente agravados ao longo do tempo.

A climatologia é uma ciência dinâmica que abrange diversos sistemas naturais em âmbito global. Segundo Steinke (2012, p. 14-15):

Entender Climatologia requer a compreensão básica dos controles físicos do clima. Essencialmente, os fatores astronômicos juntamente com os fatores terrestres determinam a natureza dos climas na Terra ao longo do tempo. E é a influência combinada desses dois conjuntos de fatores, conhecidos como fatores do clima, que vai motivar a variação de energia solar que chega à superfície terrestre. Esta, por sua vez, é determinante na configuração das diferenças climáticas no planeta Terra.

Steinke (2012) contextualiza que os fatores são agentes causais que condicionam os elementos do clima. São diversos os elementos do clima que interferem diretamente ou indiretamente nas características climatológicas observadas ao redor do globo, entre os quais podemos citar: radiação solar, temperatura, umidade, pressão atmosférica, ventos, nebulosidade e precipitação. Estamos, portanto, utilizando a precipitação como sendo o principal elemento climático de análise para identificarmos uma possível correlação entre os valores de precipitação acumulada mensal em Campos dos Goytacazes e a predominância dos fenômenos climáticos oceânico-atmosféricos El Niño e La Niña que ocorreram dentro do intervalo de tempo correspondente entre os anos de 1961 e 2017.

Tal como mencionou Steinke (2012, p. 77): “A precipitação é a queda de água ou gelo das nuvens, quando a resistência do ar é vencida pelo peso dos hidrometeoros que compõem a nuvem. Porém, a formação de nuvens não é suficiente para que ocorra precipitação.” Entre os tipos de precipitação podemos exemplificar a chuva, a neve e o granizo, sendo este último gerado por intensa instabilidade atmosférica no interior de nuvens de tempestades severas denominadas *Cumulonimbus* e de potencial altamente destrutivo. Conforme Mendonça e Danni-Oliveira (2007), as chuvas são classificadas de acordo com sua gênese, resultante do tipo de processo que controla os movimentos ascensionais geradores das nuvens das quais se precipitam, sendo assim diferenciadas em: chuvas de origem térmica ou convectiva, chuvas de origem orográfica

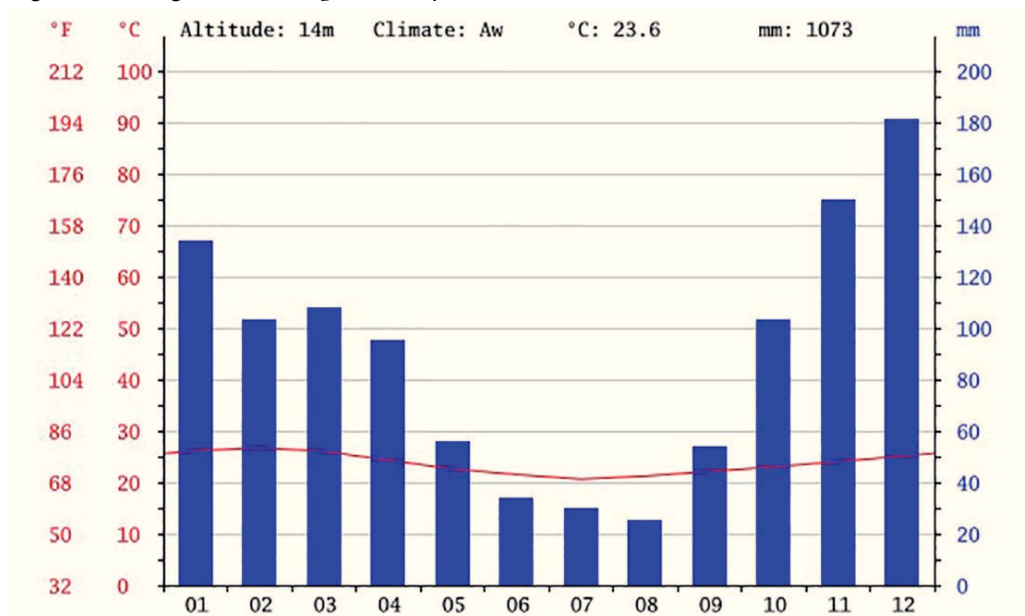
Possível Influência do Fenômeno Climático Oceânico-Atmosférico El Niño Oscilação Sul (ENOS) sobre a Precipitação Acumulada Mensal em Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil

Antônio Ivo Gomes Barbosa, Gustavo Henrique Naves Givisiez, Eduardo Manuel Rosa Bulhões

ou de relevo e chuvas de origem frontal. De acordo com o índice de saturação das parcelas de ar, os diferentes tipos de precipitação acabam impactando populações dependentes da dinâmica climática para darem procedência aos meios de desenvolvimento responsáveis por subsidiar as atividades econômicas e comerciais na atual realidade do mundo contemporâneo.

De acordo com um climograma gerado pelo banco de dados climatológicos Climate-Data (2016) (Figura 2), o clima de Campos dos Goytacazes apresenta o mês mais seco em agosto, com uma média de apenas 25 mm de precipitação. Com uma média de 181 mm, dezembro costuma ser o mês de maiores acumulados de precipitação. A temperatura média do mês de fevereiro, o mês mais quente do ano, fica em torno de 26,7 °C, enquanto a de julho, mês mais frio, é de 20,6 °C. O mês mais seco tem uma diferença de precipitação de 156 mm em relação ao mês mais chuvoso. As temperaturas médias variam 6,1 °C durante o ano. Esse banco de dados armazenou dados climatológicos de Campos dos Goytacazes coletados entre 1982 e 2016, e, a partir da coleta e compilação dos dados, foi possível gerar tais resultados.

Figura 2. Climograma de Campos dos Goytacazes, RJ – Brasil. Dados entre os anos de 1982 e 2016



Fonte: Disponível em: <http://pt.climate-data.org/location/4053/>. Acesso em: 24 nov. 2016.

Contextualizando o que diz respeito ao desenvolvimento de estudos acerca do fenômeno climático oceânico-atmosférico El Niño Oscilação Sul (ENOS) nos tempos modernos, remetemo-nos aos estudos primordiais do inglês Gilbert Walker sobre os padrões de circulação dos ventos sobre o Oceano Pacífico. De acordo com Steinke (2012, p. 119):

[...] foi no ano de 1924 que o inglês Gilbert Walker identificou uma grande variação de pressão atmosférica entre as massas de ar localizadas nas faixas tropicais e subtropicais dos oceanos Índico e Pacífico. Essa variação indicava que, sempre que um sistema de baixa pressão (centro ciclônico associado à convecção e chuva) estivesse atuando

Possível Influência do Fenômeno Climático Oceânico-Atmosférico El Niño Oscilação Sul (ENOS) sobre a Precipitação Acumulada Mensal em Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil

Antônio Ivo Gomes Barbosa, Gustavo Henrique Naves Givisiez, Eduardo Manuel Rosa Bulhões

.....
na região de Darwin, na Austrália, um sistema de alta pressão (centro anticiclônico associado a subsidência) era detectado na costa do Peru. Esta pode ser considerada a situação normal da circulação zonal.

Gilbert Walker notou que ao longo do tempo esses sistemas de pressão atmosférica se invertiam entre as costas da Austrália e Peru, nomeando esse fenômeno climatológico de Oscilação Sul, já que os dois centros principais de localidade desse fenômeno atmosférico encontram-se no hemisfério sul (STEINKE, 2012). Em virtude disso, a ciência hoje reconhece o sistema correspondente à dinâmica de circulação de massas de ar denominando-a Célula de circulação de Walker (ou simplesmente Célula de Walker, em homenagem ao inglês que consolidou seus estudos).

O funcionamento da Célula de Walker ocorre da seguinte maneira: nas condições normais (fase positiva da *Southern Oscillation Index*), os ventos alísios partem de leste para oeste a partir do litoral da costa oeste sul-americana. Esses ventos empurram as águas superficiais mais quentes do Oceano Pacífico em direção à Austrália e Indonésia. Chegando lá, as águas encontram um ambiente de baixa pressão atmosférica que gera muita evaporação e constantes precipitações pluviométricas naquelas regiões (BARRY; CHORLEY, 2013). Uma vez que o ar se encontra agora em altitudes elevadas, ele retorna para a costa oeste sul-americana em altitudes elevadas da atmosfera, seguindo rumo a leste, resfriando-se e tornando-se mais seco devido à altitude em que se encontra nas camadas mais elevadas da atmosfera. Ao chegar na costa sul-americana, o ar, que agora está seco, frio e com maior densidade, tende a descender para a superfície, gerando ali uma zona de alta pressão atmosférica. Estando agora em superfície, ele gera novamente os ventos alísios que repetem o ciclo e fecham assim o movimento atmosférico que compõe a Célula de Walker, sendo esse fenômeno oceânico e atmosférico também conhecido como Oscilação Sul (OS), conforme descrito por Barry e Chorley (2013). Dependendo da intensidade, os ventos alísios que partem da costa da América do Sul podem favorecer ali o afloramento de águas profundas do Oceano Pacífico, caracterizando um fenômeno conhecido como ressurgência. As águas de camadas mais profundas trazem consigo maiores concentrações de nutrientes e teor de oxigênio. Em consequência disso, muitos animais marinhos são atraídos para a costa oeste da América do Sul devido à abundância de condições propícias à vida em todo aquele nicho ecológico que abrange a ictiofauna e a avifauna regional (CAMILLONI, 2007).

Um evento de El Niño (que corresponde à fase negativa do *Southern Oscillation Index*, representada pela sigla SOI, mas na tradução em português denomina-se “Índice de Oscilação Sul” representado pela sigla IOS) é caracterizado pelo enfraquecimento dos ventos alísios que deveriam empurrar as águas superficiais mais quentes para o oeste. Já que as águas superficiais mais quentes ficam mais bem distribuídas por todo o Oceano Pacífico equatorial, ocorrem formações de áreas de baixa pressão atmosférica ao longo de diversas áreas do oceano, causando um deslocamento na principal região formadora de nuvens sobre o Oceano Pacífico (BARRY; CHORLEY, 2013). Em função disso, a Célula de Walker fica bipartida. A principal zona de baixa pressão atmosférica localiza-se mais a leste do Oceano Pacífico equatorial, próxima à linha internacional de mudança de data. Dois ramos descendentes dessa célula são formados. Um na

Possível Influência do Fenômeno Climático Oceânico-Atmosférico El Niño Oscilação Sul (ENOS) sobre a Precipitação Acumulada Mensal em Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil

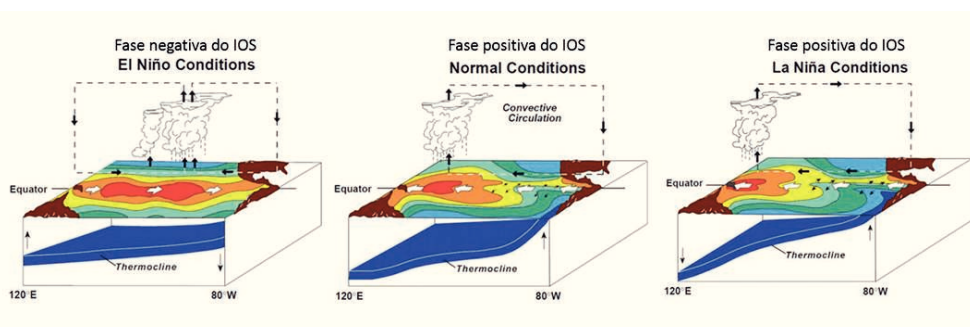
Antônio Ivo Gomes Barbosa, Gustavo Henrique Naves Givisiez, Eduardo Manuel Rosa Bulhões

região que compreende a Indonésia e outro na região que compreende o nordeste brasileiro e parte da Amazônia. Nesses dois ramos descendentes, o ar desce frio e seco da atmosfera e inibe a formação de nuvens (BARRY; CHORLEY, 2013). Isso pode ser observado na Figura 3. Sabe-se que o fenômeno ENOS afeta, em especial, a região central e oriental do Oceano Pacífico, na proeminência do litoral do Equador e do Peru. Nessas localidades, agricultores e pescadores são prejudicados pelas mudanças de temperatura nas correntes marítimas. Os nutrientes presentes no mar diminuem ou desaparecem da costa devido ao bloqueio da ressurgência. Como toda cadeia alimentar é atingida, outras espécies também sofrem seus efeitos e desaparecem do mar. Em contrapartida, podem surgir espécies marinhas tropicais, que vivem em águas mais quentes.

Por sua vez, um evento de La Niña (também ligado à fase positiva da *Southern Oscillation Index*) corresponde a uma intensificação dos ventos alísios que empurram com mais vigor as águas superficiais mais quentes do Oceano Pacífico equatorial para Oeste, causando uma intensificação das áreas de baixa pressão atmosférica sobre o norte da Austrália e Indonésia, gerando fortes índices pluviométricos e tempestades severas naquelas regiões, ao mesmo tempo em que gera uma intensificação da seca na costa oeste da América do Sul (CAMILLONI, 2007). Porém, favorece ainda mais a ocorrência do fenômeno da ressurgência nessa área, aumentando as atividades pesqueiras que abastecem a economia da região.

Na Figura 3 pode-se analisar o funcionamento da Célula de Walker em condições de El Niño, condições normais e condições de La Niña:

Figura 3. Demonstração do funcionamento da Célula de Walker em condições que correspondem à fase positiva e à fase negativa do Southern Oscillation Index – SOI. Percebe-se que durante um evento de La Niña, a termoclina oceânica, que é a linha divisória entre as temperaturas da água submarina, tende a alcançar a superfície, de modo que possibilite a ocorrência do fenômeno conhecido como ressurgência



Fonte: Disponível em: <http://smn.cna.gob.mx/es/climatologia/diagnostico-climatico/enos>. Acesso em: 10 nov. 2016.

Possível Influência do Fenômeno Climático Oceânico-Atmosférico El Niño Oscilação Sul (ENOS) sobre a Precipitação Acumulada Mensal em Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil

Antônio Ivo Gomes Barbosa, Gustavo Henrique Naves Givisiez, Eduardo Manuel Rosa Bulhões

2 Materiais e Métodos

Este trabalho teve sua elaboração possível graças ao uso de instrumentação meteorológica e climatológica, sendo uma delas a que se encontra presente no Aeroporto Bartolomeu Lisandro, na cidade de Campos dos Goytacazes/RJ. A estação está posicionada a 17 metros acima do nível médio do mar, nas coordenadas 21°42'00"S e 41°18'15"W, no fuso horário UTC-3, em operação desde o dia 17/06/1911, e serviu de base de dados juntamente com outras cinco estações utilizadas neste trabalho posicionadas em diversos distritos do município em questão.

Devido ao grande número de dados numéricos de que uma estação meteorológica ou climatológica dispõe, é necessário um recorte temporal para que a análise seja feita de maneira consistente a fim de que possa gerar um resultado plausível. Para isso, as análises de dados climatológicos são feitas num período correspondente ao que se nomeia Normal Climatológica (ou simplesmente Normal). De acordo com o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2016), sabe-se que:

A Organização Meteorológica Mundial (OMM) define Normais como “valores médios calculados para um período relativamente longo e uniforme, compreendendo no mínimo três décadas consecutivas” e padrões climatológicos normais como “médias de dados climatológicos calculadas para períodos consecutivos de 30 anos”.

Conforme já visto ao longo deste trabalho, o Índice de Oscilação Sul é a variação térmica das massas d'água do Oceano Pacífico em razão da Circulação de Walker, principal fenômeno atmosférico responsável pela existência de tal variação. Os dados referentes ao IOS e TSM do Oceano Pacífico foram obtidos no endereço eletrônico disponibilizado pela NOAA através da classificação *Multivariate Enso Index* (MEI), o que tornou possível a realização de uma análise conjugal entre os dois bancos de dados.

A análise dos dados climatológicos foi feita por meio de métodos estatísticos aplicados em Geografia, tais como obtenção de valores de médias aritméticas amostrais, desvios padrões, diagramas de dispersão, variâncias e coeficiente de correlação estatística, sempre envolvendo a comparação entre os dados de precipitação da estação em Campos dos Goytacazes e os dados de anomalias de TSM do Oceano Pacífico (que têm a função de indicar a ocorrência de El Niño ou La Niña).

Para a organização dos dados, foi elaborada uma tabela no *Microsoft Excel* com as seguintes descrições: ano analisado, partindo de 1961 até 2016; mês analisado, de janeiro a dezembro; valor referente ao ENOS registrado naquele determinado mês; valores referentes à precipitação acumulada mensal em Campos dos Goytacazes nas seis estações climatológicas mencionadas anteriormente; e, por fim, a média aritmética, variância e o desvio padrão dos valores de precipitação acumulada mensal dessas seis estações climatológicas. “Um objetivo comum dos pesquisadores é determinar se duas variáveis estão associadas uma com a outra (...). Os pesquisadores estão interessados em como as variáveis covariam” (ROGERSON, 2012, p. 183). Dessa forma, foi possível elaborar gráficos de séries temporais relacionando os valores de precipitação acumulada mensal e a ocorrência do fenômeno ENOS em cada década para que se obtivesse uma melhor visualização do que foi evidenciado neste estudo.

Possível Influência do Fenômeno Climático Oceânico-Atmosférico El Niño Oscilação Sul (ENOS) sobre a Precipitação Acumulada Mensal em Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil

Antônio Ivo Gomes Barbosa, Gustavo Henrique Naves Givisiez, Eduardo Manuel Rosa Bulhões

3 Resultados e Discussão

Após a análise, foi possível gerar o Coeficiente de Correlação para saber se existe alguma relação estatística entre os valores dos índices de ENOS e os valores médios do acúmulo de chuva mensal das seis estações climatológicas.

A covariância pode ser padronizada de modo que seus valores fiquem no intervalo de -1 a +1 fazendo-se a divisão pelo produto dos desvios-padrão. Essa covariação padronizada é conhecida como *coeficiente de correlação*. Tal coeficiente fornece uma medida padronizada de associação linear entre duas variáveis (ROGERSON, 2012, p. 184).

O Coeficiente de Correlação de uma amostra de valores pode ser descrito pela seguinte fórmula, considerando que \bar{x} é a média e s_x e s_y são os desvios padrões:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{(n-1)s_x s_y}$$

Segundo Rogerson (2012, p. 184), “(...) s_x e s_y são os desvios-padrão amostrais das variáveis x e y , respectivamente. Isso é conhecido como Coeficiente de Correlação de Pearson”.

Após a análise dos dados, obteve-se um coeficiente de correlação de exatamente -0,0851 entre os valores referentes ao ENOS e os valores médios de precipitação acumulada mensal no município de Campos dos Goytacazes. A proximidade desse valor com o zero significa que, mediante ao que foi analisado, não se pôde obter uma relação estatística entre a incidência dos fenômenos climatológicos El Niño e La Niña com os acúmulos de chuva em Campos dos Goytacazes no período entre os anos de 1961 e 2016. No entanto, vale lembrar que isso não significa que não haja uma relação entre as duas variáveis, mas que, precisamente nesse espaço temporal, não houve tal relação. Uma vez obtido o Coeficiente de Correlação, foi possível comprovar o seu significado por meio da elaboração de um diagrama de dispersão, cuja significância de seus atributos está explicada a seguir:

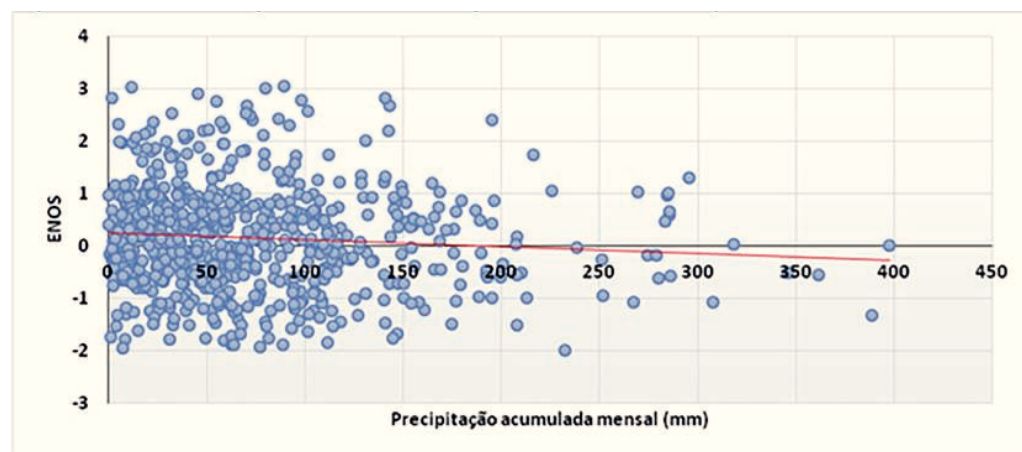
Se x e y representam duas variáveis medidas em um certo número de indivíduos, um diagrama de dispersão mostrará a localização dos pontos (x_i e y_i) em um sistema de eixos cartesianos. Se os pontos nesse diagrama se localizarem próximos a uma reta, a relação é dita linear e uma equação linear torna-se apropriada para os fins de análise de correlação entre duas variáveis, isto é, de estimativa do comportamento de uma variável em relação à outra. Se y tende a aumentar a cada acréscimo de x , a correlação é denominada positiva ou direta, caso contrário, negativa ou inversa. Não ocorrendo correlação linear entre as variáveis ou elas são independentes entre si ou, então, existe entre ambas uma relação não-linear. O modelo linear simples, portanto, pode ser utilizado quando se está interessado ou nas relações entre duas variáveis ou mesmo entre dois eventos ou se quer predizer a ocorrência de uma delas ou de um deles em relação ao outro. (LANDIM, 2003, p. 99).

Em procedência, observa-se o diagrama de dispersão (Figura 4) gerado, confirmando o resultado obtido pelo Coeficiente de Correlação. Conforme apontado por Rogerson (2012, p. 184-185), “pontos que estão aleatoriamente dispersos no gráfico terão correlação próxima de zero”. É o que se pode observar no diagrama, uma vez que os pontos se encontram altamente dispersos, simbolizando um coeficiente de correlação muito próximo a zero.

Possível Influência do Fenômeno Climático Oceânico-Atmosférico El Niño Oscilação Sul (ENOS) sobre a Precipitação Acumulada Mensal em Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil

Antônio Ivo Gomes Barbosa, Gustavo Henrique Naves Givisiez, Eduardo Manuel Rosa Bulhões

Figura 4. Diagrama de Dispersão ENOS & Precipitação acumulada mensal média no município de Campos dos Goytacazes, RJ – Brasil, cuja linha em vermelho representa a linha de correlação linear



Fonte: O próprio autor

Porém, algo interessante ocorre se analisarmos a linha de Correlação Linear gerada pelo diagrama de dispersão correspondente à Figura 4. Percebe-se que existe uma relação linear negativa ou inversa entre os valores de ENOS e os valores de precipitação aqui analisados, o que significa que, ao menos em termos estatísticos, anos em que predominam eventos de La Niña tendem a gerar acúmulos de precipitação mensal mais elevados no município de Campos dos Goytacazes. Não se pode, no entanto, considerar isso como regra, uma vez que tal linha de Correlação Linear se encontra muito próxima do eixo horizontal central do gráfico.

Não se limitando ao resultado do coeficiente de correlação e do diagrama de dispersão já elaborados anteriormente, foram feitas outras quatro análises que pudessem comprovar os resultados estatísticos obtidos neste trabalho no intuito de tentar evidenciar novamente alguma relação entre os índices ENOS e os valores de precipitação acumulada mensal no município de Campos dos Goytacazes. Primeiro foram selecionados os dez maiores acúmulos de chuva registrados ao longo de um mês no município de Campos dos Goytacazes (Tabela 1); em seguida, foram destacados todos os eventos em que os valores de precipitação foram equivalentes a zero milímetro, ou seja, meses em que não houve precipitação (Tabela 2); dando procedência, destacaram-se os dez maiores índices ENOS registrados (Tabela 3); e, por fim, os dez menores índices ENOS registrados (Tabela 4). Todas as tabelas foram ordenadas segundo a ordem cronológica dos acontecimentos, e um *ranking* foi elaborado com o objetivo de facilitar a compreensão de intensidade de cada variável a ser analisada.

Seguindo as etapas descritas no parágrafo anterior, trabalhou-se primeiramente em uma amostra de dez eventos de maiores números de precipitação acumulada mensal no município de Campos dos Goytacazes, tal como é mostrado na Tabela 1. Em janeiro de 1961 (índice ENOS -0,167), foram acumulados 375,5 mm. Em novembro de 1966 (índice ENOS 0,007), 423,8 mm. Neste mesmo mês, outra estação registrou um acúmulo de 424,2 mm. Em novembro de 1971 (índice ENOS -1,33), acumularam-se 447,1 mm. No mesmo mês, outra estação registrou um

Possível Influência do Fenômeno Climático Oceânico-Atmosférico El Niño Oscilação Sul (ENOS) sobre a Precipitação Acumulada Mensal em Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil

Antônio Ivo Gomes Barbosa, Gustavo Henrique Naves Givisiez, Eduardo Manuel Rosa Bulhões

.....
acumulado de 430,7 mm. Em setembro de 1983 (índice ENOS 0,481) obteve-se um acúmulo de 433,2 mm. Em outubro de 1983 (índice ENOS 0,034) o acúmulo registrado foi de 418,4 mm. Em janeiro de 1985 (índice ENOS -0,559), 416,6 mm. Em janeiro de 2007 (índice ENOS 1,012), 412,3 mm. Em novembro de 2008 (índice ENOS -0,502) ocorreu o maior acúmulo de precipitação ao longo de um mês no município de Campos dos Goytacazes, correspondendo a 526,2 mm. Entre essas dez maiores incidências de precipitação acumulada mensal em Campos dos Goytacazes, quatro ocorreram durante eventos de La Niña, cinco ocorreram em estado de normalidade (no qual não existe incidência de La Niña nem El Niño, devido ao índice ENOS estar muito próximo a 0, lembrando que índices ENOS maiores que 0,5 equivalem a eventos de El Niño, e índices ENOS menores que -0,5 equivalem a eventos de La Niña), e somente um ocorreu durante evento de El Niño.

Tabela 1. Maiores valores de precipitação acumulada mensal em Campos dos Goytacazes/RJ – Brasil entre 1961 e 2016

Ano	Mês	ENOS Status	Precipitação (mm)	Ranking	Código da estação	Distrito
1961	Jan	-0,167 Normal	375,5	10º	2141026	Travessão
1966	Nov	-0,007 Normal	423,8	6º	2141044	Campos
1966	Nov	-0,007 Normal	424,2	5º	83698	Campos
1971	Nov	-1,330 La Niña	447,1	2º	2141022	Campos
1971	Nov	-1,330 La Niña	430,7	4º	2141044	Campos
1983	Set	0,481 Normal	433,2	3º	2241001	Farol
1983	Out	0,034 Normal	418,4	7º	2241001	Farol
1985	Jan	-0,559 La Niña	416,6	8º	2241001	Farol
2007	Jan	1,012 El Niño	412,3	9º	83698	Campos
2008	Nov	-0,502 La Niña	526,2	1º	83698	Campos

Fonte: O próprio autor

A seguir, estão listadas na Tabela 2 todas as ocorrências de ausência de precipitação acumulada mensal no município de Campos dos Goytacazes em ordem cronológica de acontecimentos. Evidenciou-se que de um total de 26 eventos analisados em que houve total ausência de precipitação mensal, seis ocorreram durante eventos de La Niña, sete ocorreram durante eventos de El Niño e treze ocorreram em estados de normalidade (nos quais não existe incidência de La Niña nem El Niño, devido ao índice ENOS estar muito próximo a 0). A elaboração de um ranking não foi necessária nesse caso.

Possível Influência do Fenômeno Climático Oceânico-Atmosférico El Niño Oscilação Sul (ENOS) sobre a Precipitação Acumulada Mensal em Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil

Antônio Ivo Gomes Barbosa, Gustavo Henrique Naves Givisiez, Eduardo Manuel Rosa Bulhões

Tabela 2. Meses com ausência de chuva em Campos dos Goytacazes/RJ – Brasil entre 1961 e 2016

Ano	Mês	ENOS Status	Precipitação (mm)	Código da estação	Distrito
1961	Set	-0,293 Normal	0	2141002	Campos
1962	Set	-0,554 La Niña	0	2141022	Campos
1963	Mar	-0,69 La Niña	0	2141022	Campos
1963	Set	0,749 El Niño	0	83698, 2141044, 2141002	Campos
1964	Mar	-0,269 Normal	0	2141022	Campos
1964	Set	-1,311 La Niña	0	2141022	Campos
1966	Jun	-0,157 Normal	0	2141022	Campos
1967	Jun	-0,251 Normal	0	2141022, 2241001	Campos e Farol
1967	Set	-0,616 La Niña	0	2141022, 2241001	Campos e Farol
1975	Ago	-1,745 La Niña	0	2141022	Campos
1984	Jan	-0,327 Normal	0	83698	Campos
1990	Jan	0,232 Normal	0	2241001	Farol
1992	Out	0,664 El Niño	0	83698	Campos
1993	Fev	0,979 El Niño	0	83698, 2241001	Campos e Farol
1993	Nov	0,839 El Niño	0	83698	Campos
1995	Abr	0,466 Normal	0	83698	Campos
1996	Nov	-0,13 Normal	0	83698	Campos
1997	Mai	1,165 El Niño	0	83698	Campos
1997	Dez	2,368 El Niño	0	83698	Campos
1999	Fev	-1,176 La Niña	0	83698	Campos
2001	Jul	0,292 Normal	0	83698	Campos
2003	Fev	0,937 El Niño	0	2141002	Campos
2003	Jun	0,089 Normal	0	83698, 2141002	Campos
2011	Jul	-0,05 Normal	0	2241001	Farol
2014	Fev	-0,287 Normal	0	2241001	Farol
2015	Jan	0,419 Normal	0	83698, 2141002, 2241001	Campos e Farol

Fonte: O próprio autor

Dando continuidade às análises, foram destacados na Tabela 3 os dez maiores registros de episódios de El Niño observados. Evidenciou-se, de fato, uma grande aleatoriedade entre a relação da ocorrência de um evento El Niño e o valor de precipitação acumulada mensal média no município de Campos dos Goytacazes, com destaque para a transição do mês de agosto para setembro do ano de 1997. Em setembro de 1997 houve um registro de apenas 12 mm de precipitação acumulada mensal média, sendo que, no mês seguinte, registrou-se um acúmulo de 89,47 mm de precipitação acumulada mensal média no município, quase sete vezes mais elevado em relação ao valor observado em setembro. Percebe-se que o índice ENOS quase não sofreu alteração de um mês para o outro, já que em agosto de 1997 equivalia a 3,038, aumentando

Possível Influência do Fenômeno Climático Oceânico-Atmosférico El Niño Oscilação Sul (ENOS) sobre a Precipitação Acumulada Mensal em Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil

Antônio Ivo Gomes Barbosa, Gustavo Henrique Naves Givisiez, Eduardo Manuel Rosa Bulhões

para 3,049 em setembro do mesmo ano, oscilando apenas 0,011 de um mês para o outro. Outro ponto que vale ser destacado é o mês de janeiro de 1983, sendo este o 9º El Niño mais intenso dentro do período temporal aqui analisado, com um acumulado de precipitação correspondente a 142,93 mm. Tal valor de precipitação acumulada mensal não pode, entretanto, ser relacionado somente com o fato de haver um El Niño intenso no respectivo mês, pois sabe-se que janeiro é um dos meses mais chuvosos dentro dos padrões climáticos do município de Campos dos Goytacazes (CLIMATE-DATA, 2016). E, ao contrário da expectativa de muitos, o episódio de El Niño acontecido mais recentemente, em 2015, não foi suficiente sequer para estar entre os dez primeiros da lista elaborada a seguir.

Tabela 3. Dez maiores índices ENOS entre 1961 e 2016

Ano	Mês	ENOS Status	Precipitação média (mm) no município de Campos dos Goytacazes - RJ	Ranking
1983	Jan	2,691 El Niño	142,93	9º
1983	Fev	2,909 El Niño	45,37	4º
1983	Mar	3,011 El Niño	79,67	3º
1983	Abr	2,824 El Niño	141	6º
1997	Jul	2,826 El Niño	1,57	5º
1997	Ago	3,038 El Niño	12	2º
1997	Set	3,049 El Niño	89,47	1º
1998	Fev	2,792 El Niño	98,47	7º
1998	Mar	2,768 El Niño	55,10	8º
1998	Abr	2,685 El Niño	70,50	10º

Fonte: O próprio autor

Finalizando, foram destacados na Tabela 4 os dez maiores registros de episódios de La Niña observados. Evidenciou-se, tal como a análise de eventos de El Niño feita anteriormente, uma grande aleatoriedade entre a relação da ocorrência de um evento La Niña e o valor de precipitação acumulada mensal média no município de Campos dos Goytacazes. Observa-se que, em outubro de 1975, houve um registro de significantes 232,5 mm de precipitação acumulada mensal média em Campos dos Goytacazes. Naquele momento, o índice ENOS estava em -1,986. Em setembro de 2010, registrou-se um acúmulo de precipitação mensal médio de apenas 7,5mm, encontrando-se o índice ENOS muito próximo daquele registrado em 1975, já que na ocasião tal índice se encontrava em -1,954, representando uma diferença entre os índices ENOS de apenas 0,032.

Tabela 4. Dez menores índices ENOS entre 1961 e 2016

(continua)

Ano	Mês	ENOS Status	Precipitação média (mm) no município de Campos dos Goytacazes - RJ	Ranking
1971	Mar	-1,807 La Niña	58,95	8º
1971	Abr	-1,888 La Niña	62,65	5º
1973	Dez	-1,844 La Niña	111,48	7º

Possível Influência do Fenômeno Climático Oceânico-Atmosférico El Niño Oscilação Sul (ENOS) sobre a Precipitação Acumulada Mensal em Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil

Antônio Ivo Gomes Barbosa, Gustavo Henrique Naves Givisiez, Eduardo Manuel Rosa Bulhões

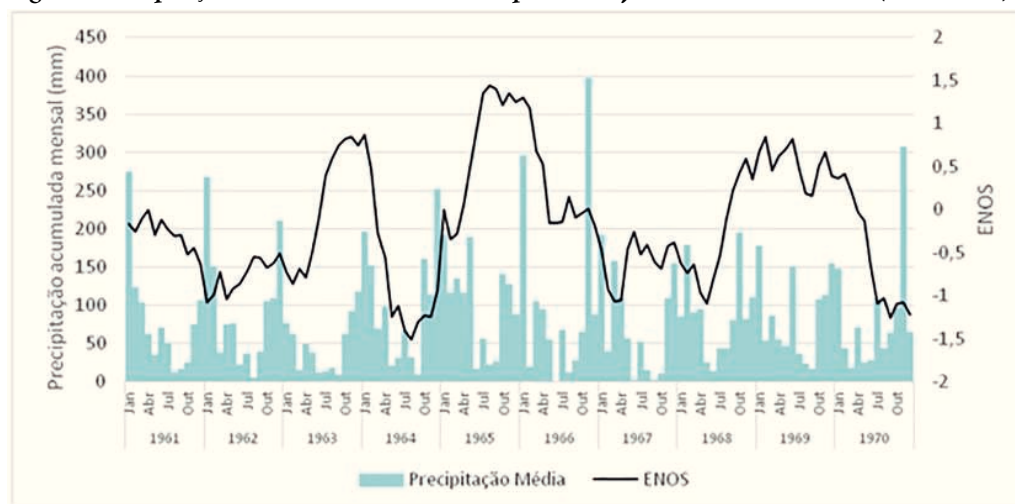
Tabela 4. Dez menores índices ENOS entre 1961 e 2016 (conclusão)

Ano	Mês	ENOS Status	Precipitação média (mm) no município de Campos dos Goytacazes - RJ	Ranking
1974	Jan	-1,934 La Niña	77,38	3º
1974	Fev	-1,793 La Niña	31,38	9º
1975	Set	-1,877 La Niña	64,10	6º
1975	Out	-1,986 La Niña	232,25	1º
2010	Ago	-1,777 La Niña	8,63	10º
2010	Set	-1,954 La Niña	7,5	2º
2010	Out	-1,896 La Niña	88,67	4º

Fonte: O próprio autor

Encontram-se adiante os gráficos de histograma da precipitação com um eixo secundário linear de série temporal correspondente à série de ENOS, correspondentes à Figura 5, Figura 6, Figura 7, Figura 8 e Figura 9. Tais gráficos foram feitos mediante as análises decadais desses valores, uma vez que a elaboração de um único gráfico que abrangesse toda a série temporal tornaria a visualização bastante prejudicada dado o excesso de informações. É possível observar que, nos períodos temporais aqui elencados, não há evidências de uma possível correlação entre as variáveis. Percebe-se que, nos ápices de El Niño ou La Niña, os valores de precipitação acumulada mensal em Campos dos Goytacazes não reagem de maneira equivalente entre si. Por exemplo: em setembro de 1997 registrou-se o maior valor de El Niño, correspondente a um índice de 3,049. O segundo maior evento de El Niño registrado ocorreu em março de 1983, com um índice de 3,011. Entretanto, não é possível, com base na observação dos valores de precipitação acumulada mensal em Campos dos Goytacazes nesses dois períodos, encontrar evidências para que o El Niño seja um fator propício a interferir nos valores de precipitação acumulada mensal em Campos dos Goytacazes.

Figura 5. Precipitação acumulada mensal em Campos dos Goytacazes e eventos ENOS (1961-1970)

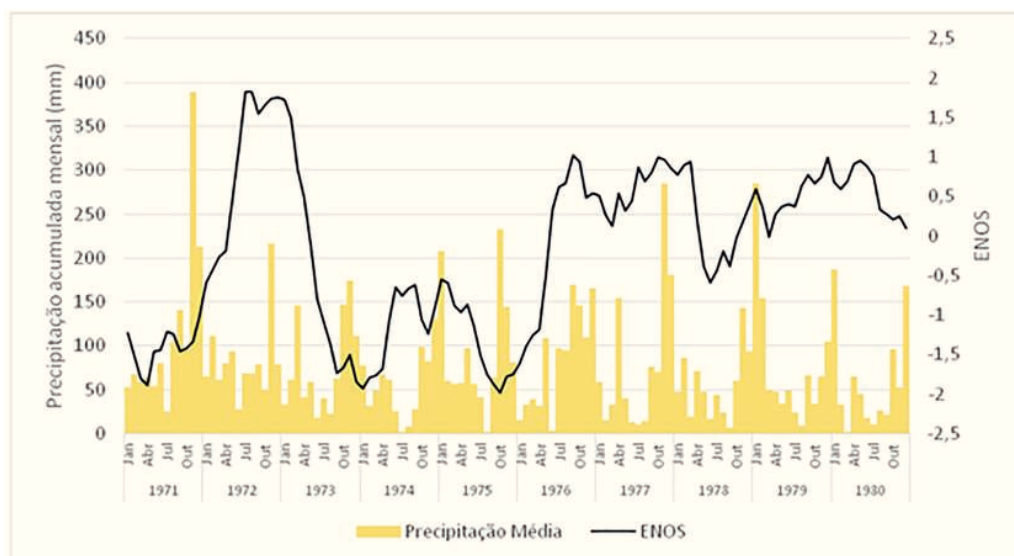


Fonte: O próprio autor

Possível Influência do Fenômeno Climático Oceânico-Atmosférico El Niño Oscilação Sul (ENOS) sobre a Precipitação Acumulada Mensal em Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil

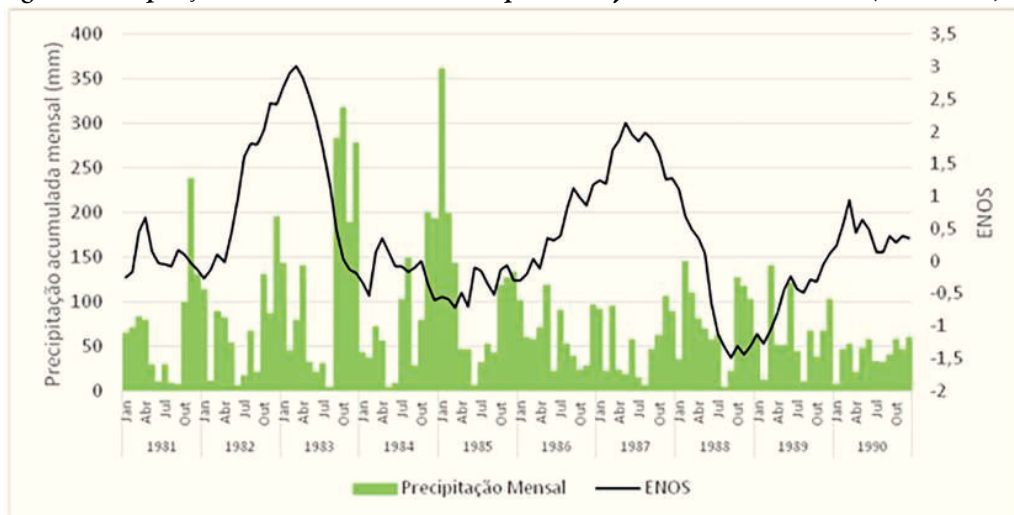
Antônio Ivo Gomes Barbosa, Gustavo Henrique Naves Givisiez, Eduardo Manuel Rosa Bulhões

Figura 6. Precipitação acumulada mensal em Campos dos Goytacazes e eventos ENOS (1971-1980)



Fonte: O próprio autor

Figura 7. Precipitação acumulada mensal em Campos dos Goytacazes e eventos ENOS (1981-1990)

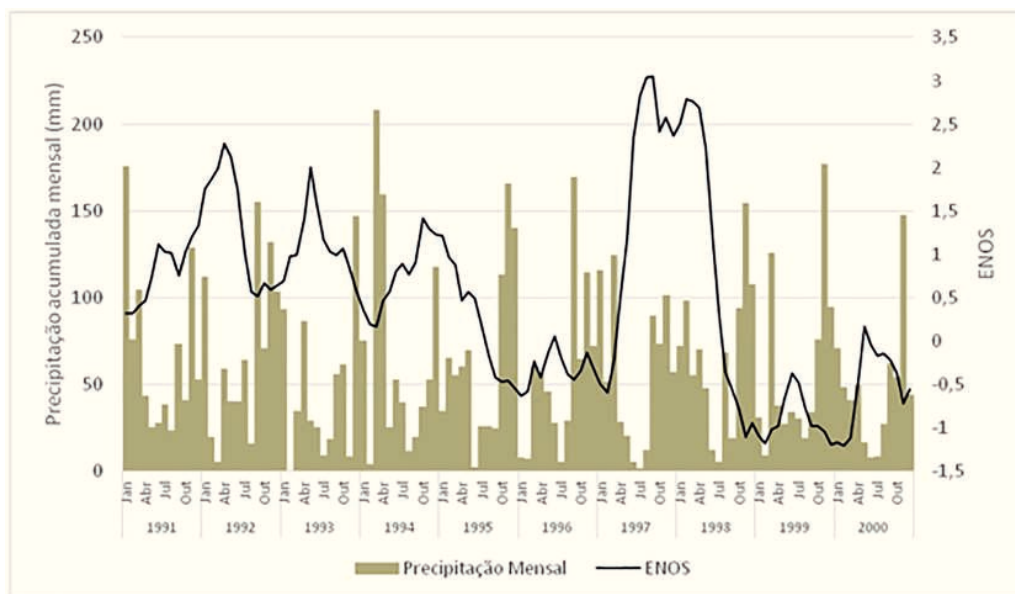


Fonte: O próprio autor

Possível Influência do Fenômeno Climático Oceânico-Atmosférico El Niño Oscilação Sul (ENOS) sobre a Precipitação Acumulada Mensal em Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil

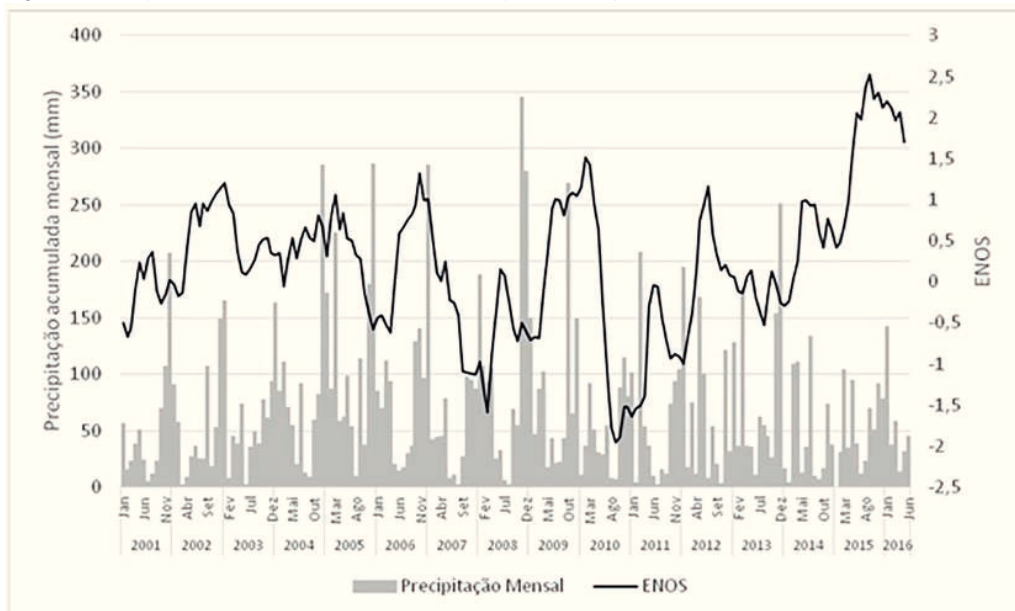
Antônio Ivo Gomes Barbosa, Gustavo Henrique Naves Givisiez, Eduardo Manuel Rosa Bulhões

Figura 8. Precipitação acumulada mensal em Campos dos Goytacazes e eventos ENOS (1991-2000)



Fonte: O próprio autor

Figura 9. Precipitação acumulada mensal em Campos dos Goytacazes e eventos ENOS (2001-2016)



Fonte: O próprio autor

Com base no que foi apresentado, foi possível elaborar uma tabela de contingência (Tabela 5) resumindo os dados mediante uma distribuição de frequência por classe de intensidade de valores de precipitação acumulada mensal, conforme o *status* ENOS observado.

Possível Influência do Fenômeno Climático Oceânico-Atmosférico El Niño Oscilação Sul (ENOS) sobre a Precipitação Acumulada Mensal em Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil

Antônio Ivo Gomes Barbosa, Gustavo Henrique Naves Givisiez, Eduardo Manuel Rosa Bulhões

Tabela 5. Tabela de contingência entre observações ENOS e distribuição de frequência dos valores de precipitação acumulada mensal entre 1961 e 2016

ENOS	Precipitação (mm)			Total
	1 a 100	101 a 200	>200	
La Niña	123	39	13	175
Normal	191	55	10	256
El Niño	183	42	8	233
Total	497	136	31	664

Fonte: O próprio autor

Uma vez gerada a tabela de contingência, tornou-se possível elaborar o teste de associação qui-quadrado a partir de tal tabela. A estatística do teste qui-quadrado se dá por meio da seguinte fórmula

$$\chi^2 = \sum \frac{(O - E)^2}{E}$$

Onde “O” indica a frequência observada na célula da tabela de contingência, e “E” indica a frequência esperada na célula, conforme conceituado por Barbetta (2017). Para calcular o E, basta seguir o procedimento apresentado na fórmula adiante (tendo como base os valores da tabela de contingência):

$$E = \frac{(\text{total da linha}) * (\text{total da coluna})}{(\text{total geral})}$$

Aplicando a função no Microsoft Excel®, observou-se que o resultado do teste *qui-quadrado* foi de 0,203803. Segundo Barbetta (2017, p. 232): “um valor pequeno de χ^2 sugere que as variáveis podem ser independentes”. Percebe-se, assim, que o teste *qui-quadrado* apenas confirma o resultado obtido pelo coeficiente de correlação, que nos mostrou que não existe uma associação significativa entre a ocorrência de eventos ENOS e os valores de precipitação acumulada mensal em Campos dos Goytacazes – RJ entre 1961 e 2016, pois o resultado do teste *qui-quadrado* foi extremamente baixo, ficando bem próximo a zero.

Para finalizar, fez-se o cálculo do coeficiente de contingência a partir da obtenção dos valores da tabela de contingência e do teste *qui-quadrado*. Como a tabela de contingência gerada anteriormente possui dimensões 3x3, o resultado do coeficiente de contingência se dará pela seguinte fórmula:

$$C^* = \sqrt{\frac{k * \chi^2}{(k - 1) * (n + \chi^2)}}$$

Na referida fórmula, k é o menor valor entre o número de linhas da tabela e o número de colunas da tabela (BARBETTA, 2017). Como nossa tabela de análise possui dimensões 3x3, $k=3$. Segundo Barbetta (2017, p. 242), “o valor de C^* sempre estará no intervalo de 0 (zero) a 1 (um). Será 0 somente quando houver independência. Será 1 somente quando houver associação perfeita”. Após a resolução do coeficiente de contingência em calculadora científica comum, obteve-se um

Possível Influência do Fenômeno Climático Oceânico-Atmosférico El Niño Oscilação Sul (ENOS) sobre a Precipitação Acumulada Mensal em Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil

Antônio Ivo Gomes Barbosa, Gustavo Henrique Naves Givisiez, Eduardo Manuel Rosa Bulhões

.....
resultado de 0,0005886194. Tal resultado confirma que não existe, de fato, uma associação muito clara entre a ocorrência de eventos ENOS e os valores de precipitação acumulada mensal em Campos dos Goytacazes – RJ entre 1961 e 2016, pois o valor obtido está demasiadamente próximo de 0, fato que significa que não há associação com muita clareza em termos estatísticos, ou seja, pode-se afirmar que não existe uma clara dependência entre as variáveis aqui analisadas.

4 Conclusão

A água é um elemento vital quando se encontra disponível em equilíbrio no sistema, mas seu excesso e sua escassez podem causar graves problemas para o homem e para suas atividades econômicas, assim como para todos os outros seres vivos deste planeta.

Ao analisarmos o conjunto de dados por inteiro, que corresponde ao período entre os anos de 1961 e 2016, evidenciou-se uma linha de Correlação Linear negativa ou inversa que, a primeiro modo, indicaria maiores valores de precipitação acumulada mensal em Campos dos Goytacazes durante períodos de La Niña. Porém, tal evidência não pode ser tomada como regra devido ao baixo grau de inclinação dessa linha de Correlação Linear, o que justifica a grande aleatoriedade dos pontos ao observarmos o Diagrama de Dispersão gerado sobre os dados obtidos ao longo de meses de pesquisa para a elaboração deste trabalho – o que também justifica a grande proximidade do coeficiente de correlação ao valor zero. Portanto, os eventos ENOS não possuem uma relação significativa com os valores de precipitação acumulada mensal no município de Campos dos Goytacazes/RJ, Brasil, ao menos no que foi observado entre os anos de 1961 e 2016.

Após analisar os gráficos de histograma da precipitação com um eixo secundário linear correspondente à série de ENOS, também não se pôde evidenciar de forma nítida alguma relação entre a ocorrência de valores de precipitação acumulada mensal em Campos dos Goytacazes com períodos seguintes ou prévios a eventos ENOS de alta intensidade. Devido à distância espacial entre o Oceano Pacífico oriental (local onde ocorre o fenômeno climático oceânico-atmosférico ENOS) e o município de Campos dos Goytacazes, não havia sido descartada a hipótese de que talvez os efeitos ENOS pudessem sofrer um lapso temporal (*delay*) até repercutirem sobre a área de estudo deste trabalho.

Um detalhe importante foi observado na tabela de contingência entre observações ENOS e distribuição de frequência dos valores de precipitação acumulada mensal entre 1961 e 2016 (Tabela 5). Com base em sua análise podemos observar que talvez exista uma tendência entre a ocorrência de valores de precipitação mensal acumulada maiores de 200 milímetros e a predominância de que isso ocorra em anos cujos valores do índice ENOS sejam correspondentes à fase de La Niña.

Entretanto, como o estudo climático da região sudeste brasileira ainda carece de maiores aprofundamentos entre a relação do clima nessa região e a incidência de eventos ENOS, conclui-se que futuros estudos talvez possam encontrar evidências mais significativas entre outras variáveis climatológicas (tais como temperatura, velocidade e direção dos ventos, pressão atmosférica e umidade) e a predominância de eventos ENOS que ocorrem na porção oriental do



Possível Influência do Fenômeno Climático Oceânico-Atmosférico El Niño Oscilação Sul (ENOS) sobre a Precipitação Acumulada Mensal em Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil

Antônio Ivo Gomes Barbosa, Gustavo Henrique Naves Givisiez, Eduardo Manuel Rosa Bulhões

Pacífico Sul. Propõe-se que futuros estudos também abranjam o conteúdo de séries temporais (estudos climáticos lidam com análise estatística de série temporal), podendo ser elaborada uma análise de variância e comparação entre as médias das variáveis a serem utilizadas, assim como dar procedência à obtenção de uma correlação para variáveis discretas.

Referências

ANA. Agência Nacional de Águas. Disponível em: <http://www.snirh.gov.br/hidroweb/>. Acesso em: 21 out. 2016.

BANCO de dados climatológicos. *Sistema de Geração e Disponibilização de Informações Climatológicas*. Rio de Janeiro: Aeroporto Bartolomeu Lisandro. Comando da Aeronáutica. Disponível em: <http://clima.icea.gov.br/clima/#>. Acesso em: 24 set. 2015.

BARBETTA, P. A. *Estatística aplicada às Ciências Sociais*. 9. ed. Florianópolis, SC: Editora UFSC, 2017.

BARRY, R. G.; CHORLEY, R. G. *Atmosfera, Tempo e Clima*. 9. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013.

BDMEP. *Banco de dados meteorológicos para ensino e pesquisa*. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/projetos/rede/pesquisa/>. Acesso em: 21 out. 2016.

CAMILLONI, I. et al. *Atlas Visual da Ciência: Clima*. Buenos Aires: Editorial Sol 90, 2007. 95 p.

CLIMATE DATA. ClimateData.org, OpenStreetMap.org. 2016. Disponível em: <http://pt.climate-data.org/location/4053/>. Acesso em: 24 nov. 2016.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2010. Disponível em <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=330100>. Acesso em: 19 out. 2016.

INMET. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2016. Disponível em <http://www.inmet.gov.br/portal/>. Acesso em: 24 nov. 2016.

LANDIM, P. M. B. *Análise estatística de dados geológicos*. 2. ed. São Paulo: Unesp, 2003.

LEITE, A. F. Comportamento espaço-temporal das chuvas no Norte Fluminense, RJ. In: LEITE, A. F.; GOMES, M. A. S. *Dinâmica ambiental e produção do espaço urbano e regional no Norte Fluminense*. Campos dos Goytacazes: Essentia, 2013. p. 11-34.

MEI Index. Disponível em: <http://www.esrl.noaa.gov/psd/enso/mei/table.html>. Acesso em: 21 out. 2016.

MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. *Climatologia: noções básicas e climas do Brasil*. São Paulo: Oficina de Texto, 2007.

ROGERSON, P. A. *Métodos estatísticos para Geografia*. Porto Alegre: Bookman, 2012.



Possível Influência do Fenômeno Climático Oceânico-Atmosférico El Niño Oscilação Sul (ENOS) sobre a Precipitação Acumulada Mensal em Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil

Antônio Ivo Gomes Barbosa, Gustavo Henrique Naves Givisiez, Eduardo Manuel Rosa Bulhões

.....

SEBRAE/RJ. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas, Rio de Janeiro. Disponível em: http://www.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/UFs/RJ/Anexos/Sebrae_INFREG_2014_Norte.pdf. Acesso em: 24 nov. 2016.

STEINKE, E. T. *Climatologia Fácil*. São Paulo: Oficina de Textos, 2012.

