



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

## **ANÁLISE DA VARIAÇÃO PLUVIOMÉTRICA MENSAL EM GOIÂNIA (GO): UM OLHAR SOBRE O FENÔMENO EL NIÑO**

Ana Cristina Araújo Foli <sup>(a)</sup>, Patrícia Inague Moretti <sup>(b)</sup>

<sup>(a)</sup> Instituto de Estudos Socioambientais, Universidade Federal de Goiás, anacafoli@outlook.com

<sup>(b)</sup> Instituto de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, patricia.inague@gmail.com

### **Eixo 1: A Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais**

#### **Resumo**

Este trabalho apresenta uma análise da variabilidade pluviométrica associada ao fenômeno El Niño Oscilação Sul (ENOS), sendo este caracterizado pelo aquecimento incomum das águas superficiais do Oceano Pacífico. Os dados utilizados para tanto foram os totais mensais de precipitação em Goiânia - GO, em uma série histórica que compreendeu os meses de novembro, dezembro e janeiro no período entre 1990 a 2017. Com a aplicação do desvio padrão, os resultados mostraram variabilidade da precipitação para os anos em que houve atuação do fenômeno, especialmente em anos de intensidade forte e moderada.

**Palavras chave:** variabilidade climática; precipitação pluvial; El Niño; Goiânia (GO).

### **1. Introdução**

A variação dos elementos climáticos é fator reconhecido na determinação das características de uma região, de forma que a própria organização da estrutura socioeconômica se torna dependente dessas variáveis, como na geração de energia, na indústria, nas atividades agrícolas, etc. A precipitação é um desses elementos, e sua variabilidade temporal e espacial está relacionada a diversos fatores, como o período sazonal de entrada das massas de ar, por exemplo.



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

Variáveis meteorológicas podem, ocasionalmente, sofrer uma flutuação grande de um elemento em uma série meteorológica, ou seja, desvio acentuado do padrão observado de variabilidade, o que pode caracterizar uma anomalia. Eventos anômalos estão normalmente associados a um fator causal, os quais podem ter várias origens, onde as mais comuns estão relacionadas aos eventos El Niño e La Niña (ANGELOCCI; SENTELHAS, 2007).

Tem sido observado que, nos últimos anos há um crescente número de trabalhos que buscam explicar a atuação desse fenômeno, de modo que a análise da variabilidade climática vem recebendo destaques no cenário global, devido a possibilidade de se realizar estudos com maior precisão. Nesse sentido, este trabalho tem como objetivo analisar o fenômeno El Niño sob o viés da variabilidade climática e seus possíveis efeitos em escala local nos atributos referentes a precipitação pluvial.

O El Niño é um fenômeno oceânico-atmosférico caracterizado pelo aquecimento incomum das águas superficiais do Oceano Pacífico, o que provoca alterações na circulação geral da atmosfera, afetando o clima regional e global. O aquecimento e o subsequente resfriamento num episódio típico de El Niño dura de 12 a 18 meses, tem início no começo do primeiro ano, atingindo sua máxima intensidade durante dezembro – janeiro e termina na metade do segundo ano (Figura 1).

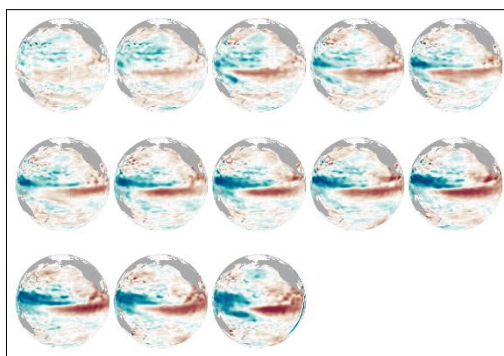


Figura 1 – Evolução do fenômeno El Niño entre janeiro de 2015 e janeiro de 2016  
Fonte: NASA (2016)



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

De acordo com o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE (2018) uma terminologia técnica pode defini-lo mais claramente

O ENOS, ou El Niño Oscilação Sul representa de forma mais genérica um fenômeno de interação atmosfera-oceano, associado a alterações dos padrões normais da Temperatura da Superfície do Mar (TSM) e dos ventos alísios na região do Pacífico Equatorial, entre a Costa Peruana e no Pacífico Oeste próximo à Austrália (INPE, 2018).

No Brasil, há impactos significativos sobre a precipitação em várias regiões e em diferentes fases do ciclo El Niño-Oscilação Sul. Vários estudos vêm sendo realizados sobre seus efeitos no país, principalmente no extremo Norte e extremo Sul, onde são mais marcantes, como mostram os trabalhos de Diniz, (1998); Melo (1999); Britto *et al* (2008). Grimm e Ferraz (1998) apontam a região sudeste como uma região de transição entre os efeitos opostos do El Niño, com grande variabilidade espacial desses eventos. Em relação ao Centro-Oeste, Grimm *et. al* ponderam que

O impacto de eventos El Niño (EN) / La Niña (L/N) sobre o Centro-Oeste do Brasil (Estado de Goiás, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul) não tem sido avaliado de forma mais abrangente. Os estudos existentes a nível global (Ropelewski e Halpert, 1987) e de Brasil (Rao e Hada, 1989) não mostram um impacto significativo. Isto, contudo, pode dever-se a falta de dados na região (Grimm *et. al*, 2016).

O fenômeno El Niño de 1997/98, considerado o mais intenso já registrado até os dias atuais, provocou fortes chuvas, ocasionando enchentes no Sul do País. As regiões Sudeste e Centro-Oeste apresentaram períodos irregulares com relação à distribuição de chuvas (veranicos) e temperatura do ar (acima da média), e outras regiões do país também foram afetadas (MARENGO, 2006).

Recentemente houve a atuação do fenômeno El Niño Oscilação Sul em uma de suas fases “quentes”, entre os anos de 2015 e 2016. Entre a comunidade científica e acadêmica há um debate sobre a sua intensidade devido aos diversos atributos em que há possível relação com o fenômeno, como o aumento de precipitação e temperatura média em diversas regiões do país. Atualmente, as chances de uma nova caracterização do fenômeno para os próximos meses



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

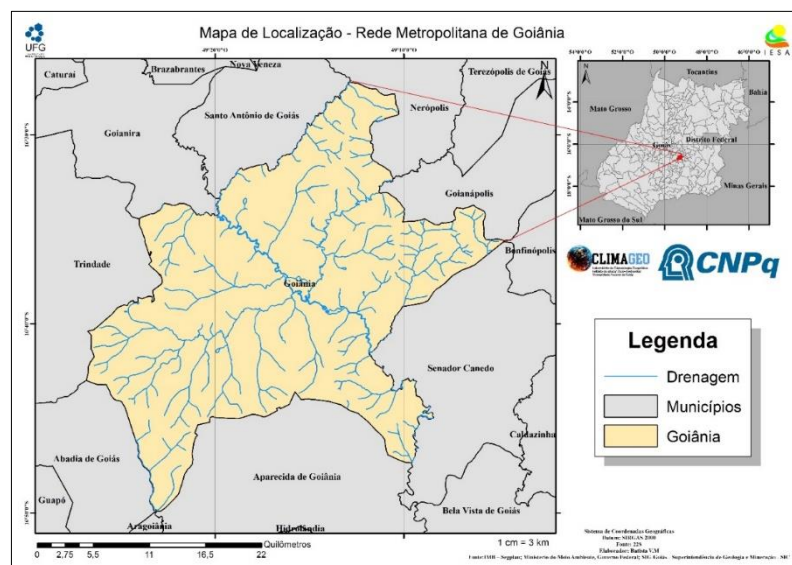
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

(2019) foram elevadas para 80% (NOAA, 2018). Dessa forma, entende-se que o aprofundamento deste tema é extremamente relevante no sentido de compreender como o fenômeno pode afetar a sociedade em âmbito local.

## 2. Materiais e Métodos

O município de Goiânia – GO (Mapa 01) fica situada na região Centro-Oeste do país em uma área territorial de 733, 116 km<sup>2</sup> e possui uma população estimada de 1.495.705 habitantes, de acordo com o IBGE (2018).

A Região Metropolitana de Goiânia está inserida na bacia do Paranaíba, sendo que os municípios ocupam as sub-bacias do Rio Turvo e dos Bois; do Rio Meia Ponte, e uma pequena parte está inserida na sub-bacia do Corumbá. A rede hidrográfica é ampla, destacando-se a presença de importantes cursos d'água como o Rio Meia Ponte, na parte setentrional da cidade e o Ribeirão João Leite, localizado à nordeste. Todos os anos são registrados problemas ambientais na área de estudo, como enchentes e alagamentos associados aos impactos hidrometeorológicos.



Mapa 1: Localização do município de Goiânia-GO.



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

De acordo com Luiz (2012) os principais mecanismos atmosféricos que atuam sobre o município são os centros de ação positivos, enquanto massa Tropical atlântica (mTa) e também enquanto massa Polar atlântica (mPa), sendo esta responsável pelos mecanismos frontológicos e pela redução da temperatura. A influência dos centros de ação negativos é representada pela massa de ar Equatorial Continental (mEc), e pela Tropical continental (mTc). Também é comum a ocorrência da ZCAS (Zona de Convergência do Atlântico Sul), que se estende da porção sul da região amazônica ao litoral da Região Sudeste, passando pela região Centro-Oeste e provocando nebulosidade e chuvas intensas por vários dias (LUIZ, 2012).

Para verificar a influência do El Niño sobre a variabilidade da precipitação analisou-se os totais mensais de precipitação em uma série histórica que compreendeu os meses de novembro, dezembro e janeiro no período entre 1990 a 2017. A escolha destes meses se deu por estarem inseridos no período chuvoso do município, sendo os mais representativos por concentrarem cerca de 47% de toda a precipitação anual. Os dados foram obtidos através de acesso ao banco de dados do BDMEP/ INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. A partir destes, foram elaborados gráficos e tabelas que permitiram a análise sistêmica e a correlação com o fenômeno El Niño.

O desvio padrão é a medida de dispersão mais geralmente empregada em estudos estatísticos, por ser um indicador de variabilidade bastante estável. O desvio padrão baseia-se nos desvios em torno da média aritmética e a sua fórmula básica pode ser traduzida como: a raiz quadrada da média aritmética dos quadrados dos desvios e é representada por (S).

$$S = \sqrt{\frac{\sum (X_1 - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

O Índice Oceânico El Niño (ONI, em inglês) distingue períodos El Niño, La Niña e neutros no Pacífico Tropical considerando a temperatura superficial do mar (TSM) média trimestral acima ou abaixo de 0,5°C que prevaleça por, no mínimo cinco trimestres





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

(NOAA/NCEP, 2016). Este tipo de medida utilizado pela Climate Prediction Center subsidia diversos trabalhos quanto à classificação da intensidade do fenômeno, como a proposta de Jan Null (2014) apud Mendonça *et. al* (2014) em que o El Niño é classificado como Forte, Fraco e Moderado. (NULL, 2014 apud MENDONÇA *et. al*, 2014). No entanto, para esse trabalho será utilizada a proposta do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, baseada em diversos estudos acadêmicos nacionais e internacionais.

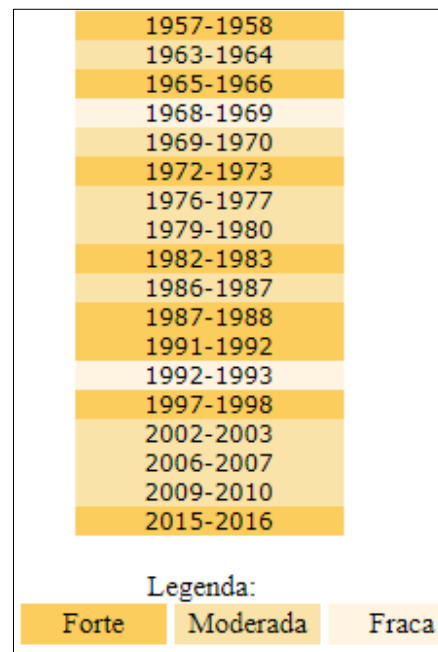


Figura 2: Anos de ocorrência e intensidade do El Niño  
Fonte: INPE (2018)

### 3. Resultados e Discussão

Com a aplicação do desvio padrão, os resultados mostram variabilidade da precipitação para os anos em que houve atuação do fenômeno, especialmente em anos de intensidade forte e moderada.

Entre os anos de 1991 a 1992, de acordo com o INPE, o El Niño foi classificado como sendo de forte intensidade. Considerando o mês de novembro (Gráfico 1), os valores de



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

precipitação estiveram dentro da média entre 1990 e 1993, exceto em 1991, quando esses valores ficaram abaixo do desvio padrão.

Os anos de 1997-1998 são classificados, até o momento, como a atuação mais forte do fenômeno já registrada. Nestes, os valores de precipitação também ficaram em torno da média histórica, sendo que em 1997 fugiram levemente acima do desvio padrão. Já nos anos de sua última ocorrência, 2015 apresentou um desvio para mais e, 2016, um desvio para menos.

De forma geral, para o mês de novembro em anos de intensa atuação do El Niño, os valores de precipitação ficaram abaixo da média, porém dentro do considerado desvio, exceto nos anos de sua última atuação.

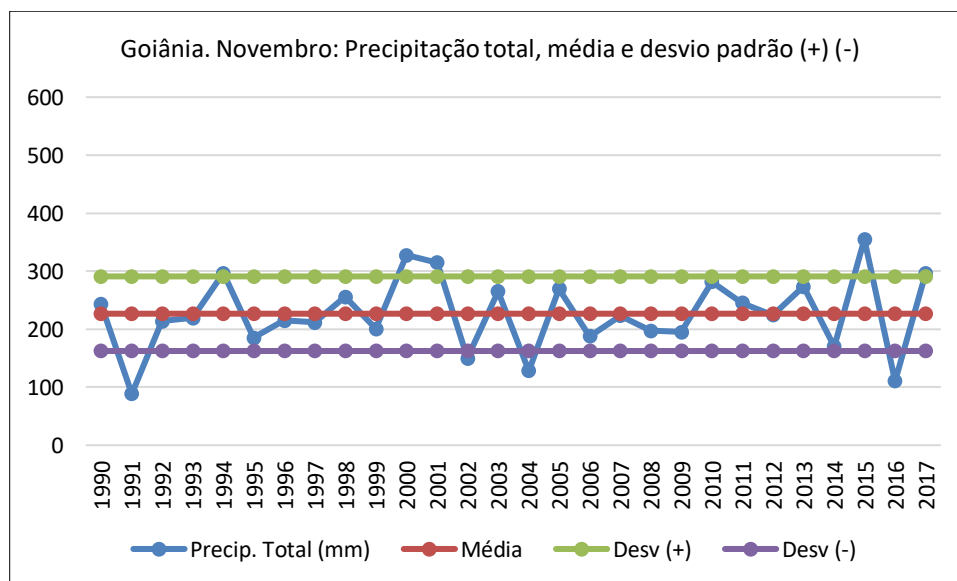


Gráfico 1: Goiânia-GO: Dados de precipitação do mês de novembro entre 1990-2017.

Na análise dos dados históricos que compreende os anos de forte intensidade no mês de dezembro (Gráfico 2), a atuação do El Niño no período de 1991-1993 mostra que entre 1990-1991 a precipitação ficou abaixo da média, e entre 1992-1993 um pouco acima da média, porém os dados se mantiveram dentro do desvio padrão.



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

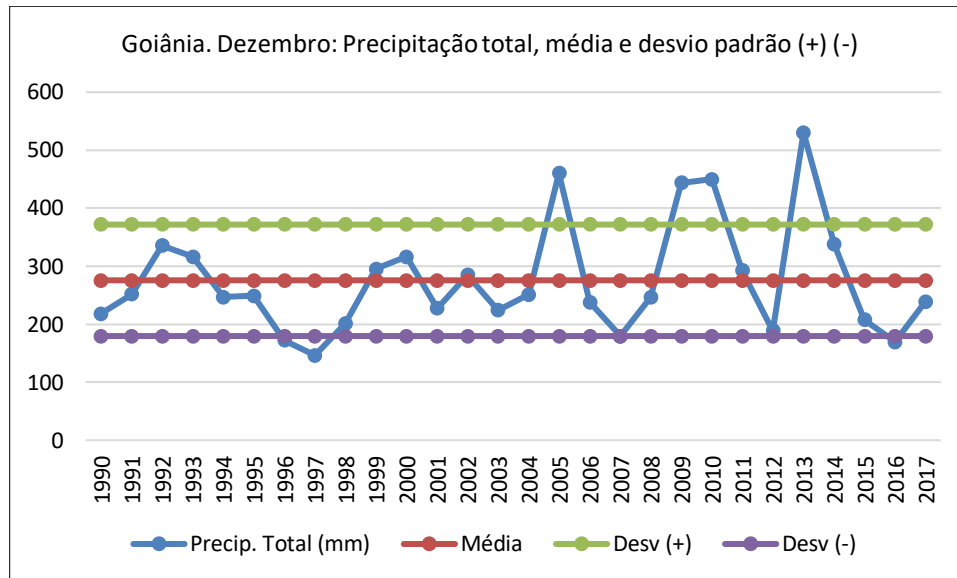


Gráfico 2: Goiânia-GO: Dados de precipitação do mês de dezembro entre 1990-2017.

Em 1997 os valores estiveram um pouco abaixo do desvio para menos, e em 1998 abaixo da média e no limite do desvio padrão para menos. Já nos anos 2015-2016, os índices estiveram abaixo da média, porém também no limite do desvio estabelecido.

Nos anos analisados de intensidade moderada (2002, 2003, 2006, 2007), os valores de precipitação se mantiveram abaixo da média, porém dentro do limite estabelecido como desvio padrão para menos, com exceção dos anos de 2009 e 2010. Nestes últimos, observou-se que os valores ultrapassaram o limite do desvio padrão para cima.





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

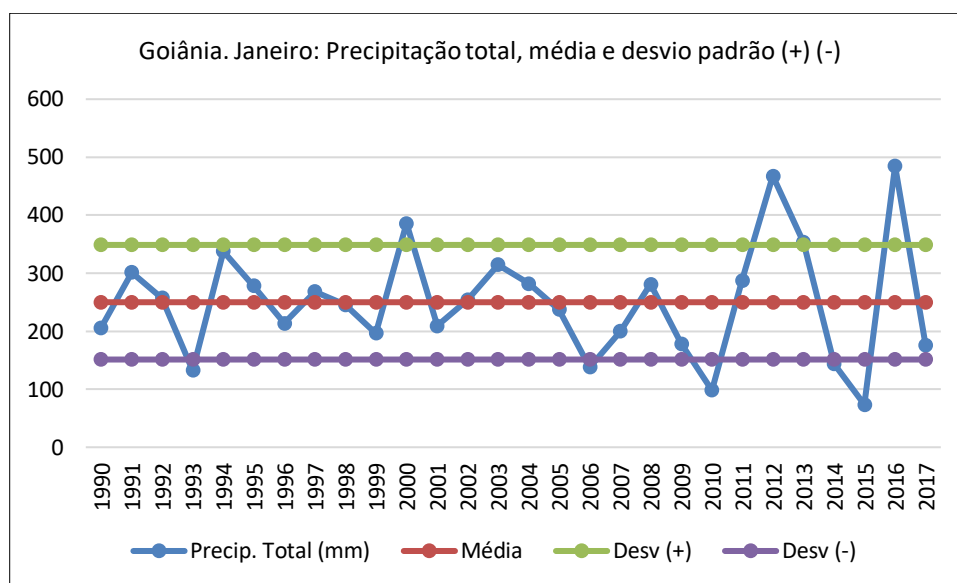


Gráfico 3: Goiânia-GO: Dados de precipitação do mês de janeiro entre 1990-2017.

Historicamente, o ano de janeiro é caracterizado como o segundo mês mais chuvoso no município de Goiânia. Observando o gráfico de maneira geral (Gráfico 3) percebe-se que há grande variabilidade dentro da série histórica.

Nos primeiros anos analisados de forte intensidade, observa-se em 1991 houve um ligeiro desvio para mais, sendo que o ano de 1992 se manteve dentro da média. Essas características também foram observadas no período que compreende os anos de 1997-1998, podendo ser considerados como anos que se mantiveram dentro da média de precipitação.

O último período compreendido de atuação do fenômeno mostra uma grande variação quando comparado aos eventos anteriores, visto que, em 2015 foi registrado um considerável desvio para menos e em 2016 um desvio para mais. Não apenas isso, mas janeiro de 2016 foi o mês mais chuvoso de toda a série histórica analisada. Também é importante ressaltar que o ano de 2014 apresentou valores de precipitação acima do desvio padrão estabelecido, e que este não foi um ano considerado representativo do fenômeno El Niño, de forma que essas causas devem ser melhor investigadas.



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

Em anos de intensidade moderada observou-se que, nos anos de 2006, 2007 e 2009 os valores registrados estiveram abaixo da média, sendo que em 2010 a precipitação registrada ficou ligeiramente abaixo do desvio padrão para menos.

#### **4. Considerações Finais**

De maneira geral, não foi possível estabelecer um padrão de anomalias de precipitação associadas ao El Niño na cidade de Goiânia-GO. Contudo, na última década observou-se um aumento da precipitação no mês de dezembro, tendo sido observados dados acima do desvio padrão demonstrado neste estudo nos anos de 2009, 2010 e 2013.

Conforme assinalado anteriormente, o Climate Prediction Center, agência de análises e previsões climáticas da NOAA – National Oceanic and Atmosphere Administration, aponta que existe a probabilidade de 80% de chances de uma nova configuração do El Niño para o ano de 2019. Sendo assim, é necessário atentar-se para os prováveis efeitos do fenômeno no clima mundial, em especial no Brasil e na América do Sul.

A sociedade de Goiânia e de sua Região Metropolitana enfrenta, todos os anos, desafios impostos pela falta de planejamento e, em alguns casos, pela negligência por parte dos gestores públicos. Dessa forma, é importante compreender a variabilidade climática e seus efeitos nas escalas regional e local de fenômenos globais como El Niño e La Niña, no sentido de repensar as políticas públicas referentes ao regime pluviométrico, visto que esta demanda é estratégica para diversos setores, como transporte público, abastecimento das cidades, agricultura, setor energético, planejamento e urbanismo, dentre vários outros. E, acima de tudo, considerar como as populações dessas cidades devem estar preparadas para assimilar estes impactos.

#### **5. Agradecimentos**

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.



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

## 6. Referências

ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C. **Variabilidade, tendência, anomalia e mudanças climáticas.** 2010. Disponível em: <[http://www.leb.esalq.usp.br/aulas/lce306/Variabilidade\\_e\\_mudanca\\_climatica.pdf](http://www.leb.esalq.usp.br/aulas/lce306/Variabilidade_e_mudanca_climatica.pdf)> Acesso em julho de 2018.

BRITTO, F. P.; BARLETTA, R.; 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**, v.3, p.37-48, ago/2008. Disponível em: <<http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs/index.php/revistaabclima/article/view/25408/17040>> Acesso em abril de 2018.

DINIZ, F. de A. **El Niño e sua influência no período de inverno de 1997 em algumas regiões do Brasil.** 1998. Disponível em: <[http://www.ifeanet.org/publicaciones/boletines/27\(3\)/771.pdf](http://www.ifeanet.org/publicaciones/boletines/27(3)/771.pdf)> Acesso em março de 2016.

GRIMM, A. M; FERRAZ, S. E. T. Sudeste do Brasil: uma região de transição no impacto de eventos extremos da Oscilação Sul. Parte I: El Niño. In: **Congresso Brasileiro de Meteorologia**, 10, 1998. Brasília: SBMET, 1998. Cd-Rom.

GRIMM, A. M. *et. al.* **Há impactos significativos de eventos El Niño e La Niña no Centro-Oeste do Brasil?** Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/267420576\\_HA\\_IMPACTO\\_SIGNIFICATIVO\\_D\\_E\\_EVENTOS\\_EL\\_NINO\\_E\\_LA\\_NINA\\_NO\\_CENTRO-OESTE\\_DO\\_BRASIL](https://www.researchgate.net/publication/267420576_HA_IMPACTO_SIGNIFICATIVO_D_E_EVENTOS_EL_NINO_E_LA_NINA_NO_CENTRO-OESTE_DO_BRASIL)> Acesso em agosto de 2018.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades.** Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/go/goiania/panorama>> Acesso em novembro de 2018.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. **Estações e Dados.** Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/projetos/rede/pesquisa/inicio.php>> Acesso em setembro de 2018.



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

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **El Niño**. Disponível em: <<http://enos.cptec.inpe.br/elniño/pt>> Acesso em agosto de 2018.

LUIZ, G. C. **Influência da relação solo-atmosfera no comportamento hidromecânico de solos tropicais não saturados**: estudo de caso – município de Goiânia-GO. Tese (Doutorado). Faculdade de Tecnologia. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental. Universidade de Brasília, 2012. 272 p.

MARENGO, J. A. **Mudanças climáticas globais e seus efeitos sobre a biodiversidade**: caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI. Brasília: MMA, 2006.

MELO, J. C. O fenômeno El Niño e as secas no Nordeste do Brasil. **Raízes**, Ano XVIII, n. 20, nov/1999, p. 13-21. Disponível em: <[http://www.ufcg.edu.br/~raizes/artigos/Artigo\\_23.pdf](http://www.ufcg.edu.br/~raizes/artigos/Artigo_23.pdf)> Acesso em fevereiro de 2016.

MENDONÇA, M. ROMERO, B. OPAZO, D. Análise multiescalar para a compreensão de causas e consequências da variabilidade climática na América do Sul. In: SILVA, C. A. da; FIALHO, E. S.; STEINKE, E. T. (orgs). **Experimentos em Climatologia Geográfica**. Dourados, MS: UFGD, 2014.

MINUZZI, R. B.; SEDIYAMA, G. C.; RIBEIRO, A.; COSTA, J. M. N. da. El Niño: ocorrência e duração dos veranicos do Estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.9, n.3, p. 364-371, 2005. Disponível em:<[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1415-43662005000300011](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662005000300011)> Acesso em setembro de 2018.

NOAA/NCEP. Cold & Warm Episodes by Season. **Change to the Oceanic Niño Index (ONI)**. Disponível em: <[http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis\\_monitoring/ensostuff/ensoyears.shtml](http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ensoyears.shtml)> Acesso em outubro de 2018.