

INFLUÊNCIAS DO EL NIÑO OSCILAÇÃO SUL (ENOS) E DA OSCILAÇÃO DECENAL DO PACÍFICO (ODP) NA VARIABILIDADE DOS TOTAIS ANUAIS DE CHUVA EM GOIÁS E NO DISTRITO FEDERAL

Washington Silva Alves

Universidade Estadual de Goiás – UNU Iporá
Curso de Geografia, Iporá, GO, Brasil
washington.alves@ueg.br

João Batista Pereira Cabral

Universidade Federal de Jataí – UFJ, Instituto de Geografia, Jataí, GO, Brasil
jbcabral2000@yahoo.com.br

Diego Tarley Ferreira Nascimento

Universidade Federal de Goiás – UFG, IESA, Goiânia, GO, Brasil
diego_nascimento@ufg.br

RESUMO

O regime excepcional das chuvas pode condicionar prejuízos de ordem econômica e social, especialmente relacionados ao abastecimento humano, à produção de alimento e à geração de energia. De modo a contribuir com a compreensão da variabilidade das chuvas, objetivou-se analisar as influências do ENOS e da ODP nos totais anuais de chuva em Goiás e no Distrito Federal, a partir dos dados pluviométricos de 40 estações da Agência Nacional de Águas (ANA) e do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), entre os anos hidrológicos de 1975/1976 a 2015/2016. Os dados pluviométricos foram organizados e tratados de modo a retratar a frequência absoluta dos padrões de chuva que foram relacionados com as fases do ENOS e da ODP, sendo aplicado o Teste *t* de *Student* e realizada a Análise de Variância (ANOVA) para averiguar o nível de significância estatística. Os resultados evidenciaram que houve maior frequência do padrão chuvoso durante os anos considerados neutros e na condição de El Niño durante a fase quente da ODP. Houve maior frequência do padrão seco nas regiões pluviométricas ao norte da área de estudo e na região de Jataí durante a condição de La Niña em ambas as fases da ODP.

Palavras-chave: Precipitação. Variabilidade. El Niño. La Niña

INFLUENCES OF EL NIÑO SOUTH OSCILLATION (ENSO) AND PACIFIC DECENAL OSCILLATION (PDO) ON THE VARIABILITY OF ANNUAL RAIN TOTALS IN GOIÁS AND THE FEDERAL DISTRICT

ABSTRACT

The exceptional rainfall regime can condition economic and social losses, especially related to human supply, food production and energy generation. In order to contribute to the understanding of rainfall variability, the objective is to analyze the influences of ENSO and PDO on the variability of annual rainfall totals in Goiás and the Federal District, based on rainfall data from 40 stations of the National Water Agency (ANA, *in portuguese*) and the National Institute of Meteorology. (INMET, *in portuguese*), between the hydrological years from 1975/1976 to 2015/2016. The rainfall data were organized and treated in order to demonstrate the absolute frequency of rainfall patterns that were related to the ENSO and PDO phases, and Student's *t* test was applied and the Analysis of Variance (ANOVA) was performed to determine the level of the statistical significance. The results showed that there was a higher frequency of the rainy pattern during the years considered neutral and in the El Niño condition during the warm phase of the PDO. There was a higher frequency of the dry pattern in the rainfall regions north of the study area and in the *Jataí* region during the La Niña condition in both phases of the PDO.

Keywords: Precipitation. Variability. El Niño. La Niña.

INTRODUÇÃO

O excesso ou a escassez da precipitação pluviométrica pode trazer problemas de cunho ambientais, urbanos e econômicos, principalmente quando ocasiona perdas na produção agrícola e compromete a geração de energia hidroelétrica e o fornecimento urbano de água, conforme aponta Baldo (2006).

O El Niño Oscilação Sul (ENOS) e a Oscilação Decenal do Pacífico (ODP) são fenômenos que promovem alterações no regime da precipitação pluviométrica em diversas partes do mundo. Esses fenômenos são desencadeados pela interação entre o aquecimento ou resfriamento das águas superficiais do Oceano Pacífico e atmosfera subjacente. Quando atuam, esses fenômenos promovem perturbações no campo barométrico da atmosfera e, conseqüentemente, na circulação atmosférica.

Para Berlato e Fontana (2003), o fenômeno ENOS é resultante da variação irregular em torno das condições habituais do oceano e atmosfera na região do Oceano Pacífico tropical. Segundo a *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA), o fenômeno ENOS é caracterizado por cinco anomalias trimestrais consecutivas da Temperatura da Superfície do Mar (TSM), superior ou igual a +0,5°C (para caracterizar o El Niño) e inferior ou igual a -0,5°C (para caracterizar La Niña).

Segundo Grimm (2009), a principal fonte de variabilidade climática interanual global é o ENOS, pois provoca reflexos em várias partes do mundo, inclusive no Brasil. Nas regiões tropicais as anomalias positivas de TSM contribuem para elevar o fluxo de calor e umidade para a atmosfera e conseqüentemente diminui a pressão na superfície provocando o aumento da convergência em baixos níveis. Por isso, ocorre o aumento da convecção e a formação de nuvens. A diminuição da TSM nos trópicos contribui para anomalias opostas e pode modificar a circulação atmosférica em locais remotos e provocar variações no regime de precipitações e na temperatura do ar, mesmo em regiões extratropicais.

Ainda conforme Grimm (2009) o ENOS é a principal fonte de variabilidade interanual do clima no Brasil, por haver anomalias negativas de precipitação pluviométrica durante El Niño (e anomalias positivas durante a La Niña) nas Regiões Norte/Nordeste e anomalias positivas durante El Niño (e negativas durante a La Niña) na Região Sul do Brasil.

Para Mantua et al. (1997), a ODP é caracterizada por ser uma variabilidade de baixa frequência, parecida com ENOS, porém varia em uma escala de tempo interdecenal, em que as TSM do Pacífico norte e Pacífico tropical ficam mais quentes ou mais frias em intervalos de 20 a 30 anos. Molion (2005) complementa que a ODP possui um comportamento similar ao do ENOS, pois apresenta duas fases: uma fria, caracterizada por anomalias negativas de TSM no Oceano Pacífico tropical e anomalias positivas no Pacífico extratropical em ambos hemisférios, e outra quente, com padrão de TSM com configuração inversa.

Ainda conforme o autor supracitado, a última fase fria da ODP foi registrada no período de 1947 a 1976 e a fase quente se estendeu de 1977 a 1998. Segundo a CPCNOAA (2022), recentemente as fases da ODP foram mais curtas, sendo que em 1999 iniciou-se uma fase fria que durou até 2002, seguida por uma fase quente que persistiu por 3 anos, até 2006. Entre 2006 e 2007 ocorreu uma fase neutra e a partir de 2007 iniciou novamente uma fase fria que persistiu até 2013. Em 2014 iniciou-se uma fase quente e em 2017 uma nova fase fria que favoreceu a formação de La Niña, com chuvas principalmente no centro norte do Brasil. Em 2021 foi identificado uma nova mudança de fase que aponta para a elevação do número de eventos de El Niño a partir de 2022.

),KayanoNa literatura, diversos autores apontam e demonstram como o ENOS e a ODP influenciam na variabilidade das chuvas na América do Sul (ANDREOLI; KAYANO, 2007; Grimm; Tedeschi, 2009) e em diversas partes do Brasil (Kayano; Andreoli, 2009; Prado, 2010; Silva, Galvêncio e Nóbrega, 2011; Da Silva, 2013; Nascimento Junior e Sant'Ana Neto, 2015; Costa; Silva, 2017). De maneira geral, os autores apontam para incremento das chuvas durante as fases quentes do ENOS e da ODP e redução durante as fases frias. Uma associação inversa foi encontrada por Streck et al. (2009) para Santa Maria-RS, uma vez que extremos de precipitação estiveram associados às fases quentes dos fenômenos supracitados.

Neste sentido, salienta-se a relevância de pesquisas que visem averiguar a repercussão dos ENOS e da ODP no incremento ou redução das chuvas, sobretudo para a Região Centro-Oeste do Brasil, que ainda carece de tais estudos e tem a agricultura como uma das principais atividades econômicas. Observa-se que os fenômenos citados podem promover impactos econômicos e também sociais,

devidos aos excedentes e déficits de água. Dessa forma, pode-se dizer que é um “efeito cascata”, pois o excesso ou escassez de chuva condicionará impactos na produção agrícola. Como consequência, o produtor vai perder renda na sua produção, o Estado vai perder arrecadação e haverá aumento no preço dos alimentos e derivados das commodities afetadas para a população em geral. Além disso, importante mencionar outros impactos negativos, tais como redução da geração de energia por usinas hidrelétricas e o desabastecimento doméstico na ocasião de déficit de água, assim como problemas na mobilidade urbana, e possíveis perdas e danos material e de vidas em associação a eventos extremos de precipitação.

Todavia, é importante deixar claro que este estudo não tem por objetivo relacionar os impactos do ENOS e da ODP na produção agrícola, tampouco na geração de energia ou no abastecimento urbano em Goiás e no Distrito Federal – que pode ser tema de outros estudos posteriores e complementares. Nesta pesquisa, o objetivo é analisar as influências do ENOS e da ODP na variabilidade dos totais anuais de chuva em Goiás e no Distrito Federal, a partir dos dados pluviométricos de 40 estações da Agência Nacional de Águas (ANA) e do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), entre os anos hidrológicos de 1975/1976 a 2015/2016.

Caracterização da área de estudo

A área de estudo é o estado de Goiás e o Distrito Federal, que são áreas contíguas, localizadas na região Centro-Oeste do Brasil. As Unidades Federativas somam uma área territorial de 346.000 km², que corresponde a quase 4% do território do Brasil. Desse total, 340.242km² refere à Goiás e 5.760km² ao Distrito Federal.

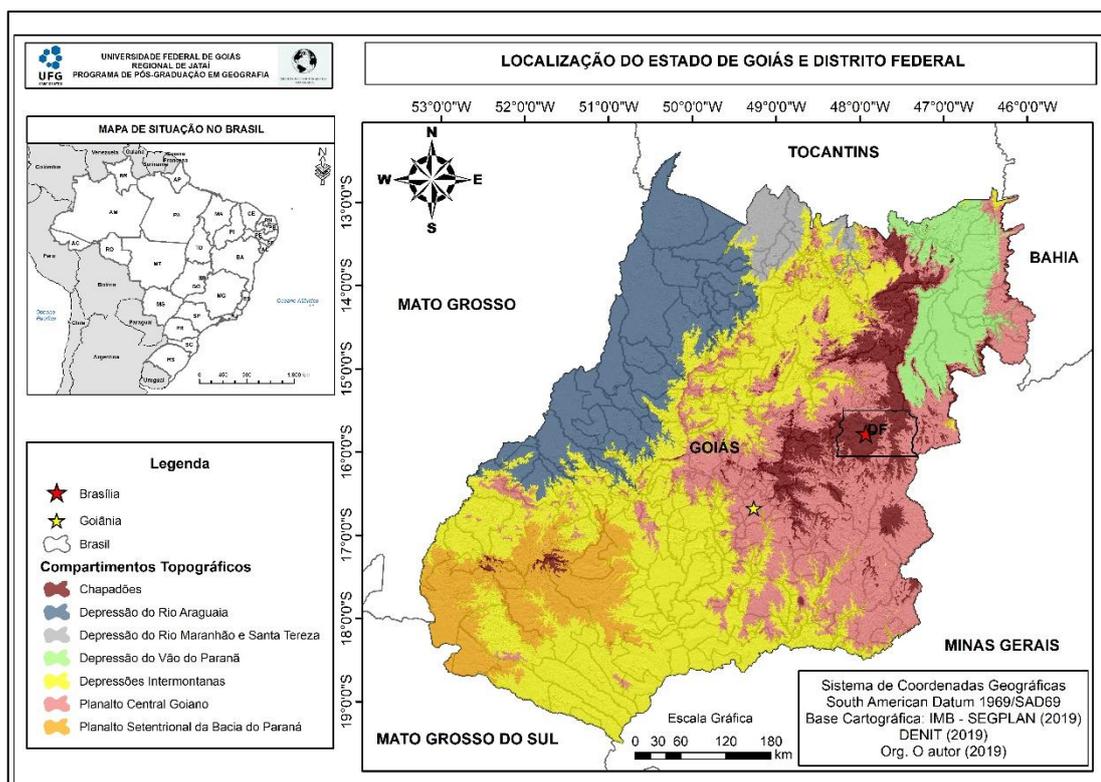
Os dados preliminares do Censo Demográfico realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) para o ano de 2022 apontam que Goiás possui uma população de 6.950.976 habitantes, ao passo que o Distrito Federal possui uma população de 2.923.369 habitantes.

O relevo da área de estudo é formado por depressões, planaltos e chapadões. Segundo Nascimento (2016), a área de estudo é composta por sete compartimentos topográficos, que se distinguem em relação as características de altitude e formas do relevo (Figura 1). As sete unidades são:

- a)** Chapadões de Goiás e Distrito Federal: ocorre de forma concentrada numa faixa que se estende no sentido Anápolis – Brasília – Alto Paraíso. Também se apresenta em algumas manchas no sudoeste e leste de Goiás. Conforme Nascimento (1992) nesta unidade são encontrados os pontos de maior altitude do relevo da área de estudo que variam entre 960m a 1672 m;
- b)** Depressão do Rio Araguaia: localizada no noroeste e oeste do estado de Goiás e é marcada por uma região que sofreu processo de pediplanação, conforme o MAEG (2014). Essa área é marcada por apresentar as menores cotas altimétricas da área de estudo, chegando a 183 m acima do nível do mar;
- c)** Depressão do Alto Tocantins: se localiza ao norte de Goiás, na região de Porangatu, e é um compartimento topográfico também marcado por apresentar as menores cotas altimétricas da área de estudo, que variam entre 183 m e 420 m acima do nível do mar;
- d)** Depressão do Vão do Paranã: localizada no nordeste de Goiás com altitudes que variam de 420 m a 700 m acima do nível do mar. Segundo Nascimento (1992) o termo “Vão” foi adotado para designar a depressão que está posicionada entre relevos mais elevados que são representados pelas escarpas do Chapadão Central da Bahia, a leste, que constitui a Formação Serra Geral de Goiás, e pelo Planalto do Alto Tocantins-Paranaíba;
- e)** Relevos Residuais e Depressões Intermontanas: apresenta altitudes que variam de 420 m a 700 m e segundo Nascimento (1992) é caracterizada por formas amplas e tabulares localizadas em meio a relevos residuais elevados do Planalto do Alto Tocantins/Paranaíba, o que confere a unidade um caráter intermontana.
- f)** Planalto Central Goiano: apresenta altitudes que variam de 700 a 960 m acima do nível do mar e corresponde ao Planalto do Alto Tocantins-Paranaíba, conforme a proposta de Nascimento (1992) que a considera uma área de relevos rebaixados por ação de processos erosivos.

g) Planalto de Rio Verde: localizado no sudoeste de Goiás e possui altitudes que variam entre 700 e 960 m acima do nível do mar. Corresponde à unidade Planalto Setentrional da Bacia do Paraná definida por Nascimento (1992) e se divide em duas categorias, o Planalto de Caiapônia área de menor altitude (400 – 700 metros) que se localiza entre as escarpas da cuesta do Caiapó e a Depressão do Araguaia. A outra categoria é o Planalto do Rio Verde se constitui o reverso da cuesta do Caiapó e se divide em dois compartimentos, um mais elevado e outro mais rebaixado.

Figura 1 - Localização de Goiás e do Distrito Federal e compartimentos topográficos.



Fonte - Nascimento (2016)

Org. autor.

O uso da terra na área de estudo é marcado pelo predomínio de usos antrópico (64%) com relação a cobertura natural (36%), tendo como referência os dados dos mapeamentos anuais de cobertura e uso da terra disponibilizados pelo Projeto Mapeamentos Anuais de Cobertura e Uso da Terra para o ano de 2020. Dentre os usos antrópicos, o predomínio é de pastagens (38,3%) e agricultura (14,5%), ao passo que dentre as coberturas vegetais, prevalece a formação savânica (18%), seguida pela florestal (11,9%) e campestre (4%). As manchas de vegetação nativa de cerrado se concentram principalmente no norte e nordeste de Goiás, com fragmentos de vegetação presentes por toda a área em estudo.

Ao apresentarem um mapa de tipos climáticos baseado na atualização da classificação climática de Köppen, Alvares et al. (2013) indicam para o estado de Goiás e o Distrito Federal o predomínio do clima de zona tropical tipo Aw (com inverno seco), com presença do tipo Am (de regime de monção) no extremo sudoeste de Goiás e do tipo Cw (Clima de altitude com invernos secos) na maior parte do Distrito Federal e em áreas localizadas a leste de Goiás. Nascimento, Oliveira e Luiz (2016) indicam outras tipologias relacionadas à área em estudo, conforme diferentes sistemas de classificação climática, tais como De Candolle, Herbertson, Flohn, Barret, Strahler, Morize e Delgado de Carvalho, Rizzini e Pinto, Andrade e Nimer.

Dias Cardoso, Marcuzzo e Barros (2012) apontam como média anual de temperatura na área em estudo os 23,4°C, com média para o mês mais quente de 25,3°C (outubro) e mês mais frio de 20,8°C

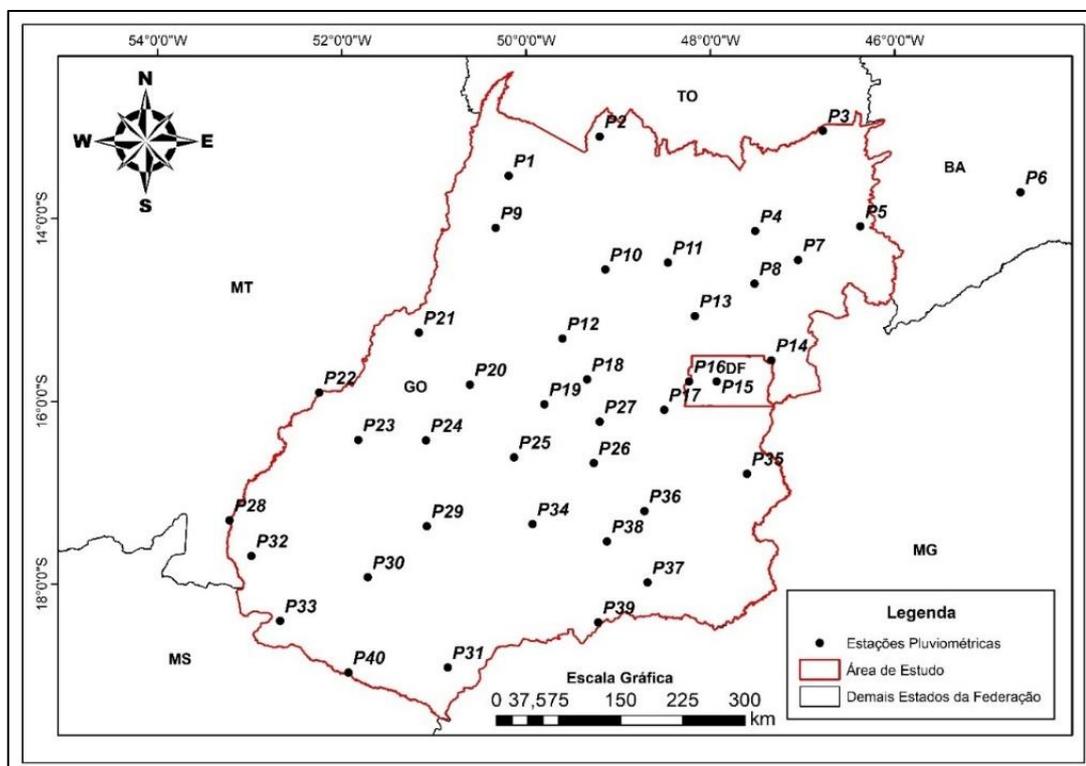
(junho/julho). Em relação à média anual de precipitação, Costa et al. (2012) indica o valor de 1.529 mm, com período de estiagem de cinco meses (entre maio e setembro). Para Nimer (1979), a variação da latitude reflete em maiores temperaturas ao norte e menores ao sul, ao passo que, a altitude do relevo reflete em menores valores nas porções mais elevadas. Serra e Ratisbonna (1942), Nimer (1979), Quadros (1994) e Abreu (1998) apontam que os principais sistemas atmosféricos responsáveis pela dinâmica climática do Centro-Oeste do Brasil (onde se encontra a área de estudo) são: a) Massa Equatorial Continental (mEc); b) Massa Tropical Atlântica (mTa); c) Massa Polar (mP) e Frente Polar Atlântica (FPa); d) A Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS). Segundo Nascimento e Oliveira (2020), o período chuvoso é condicionado pela atuação predominante da mEc e ZCAS, ao passo que o período de estiagem é resposta do domínio da mTa. Conforme frisado por Nascimento e Oliveira (2018), o relevo condiciona o caminho preferencial para o deslocamento e, por conseguinte, a atuação dos sistemas atmosféricos no estado de Goiás e no Distrito Federal, refletindo na variabilidade dos volumes de precipitação, com maiores quantitativos à oeste (junto à Depressão do Rio Araguaia) e menores à nordeste (pela barreira imposta pelo Planalto Central Goiano e pelos Chapadões de Goiás e Distrito Federal).

METODOLOGIA

Os procedimentos metodológicos compreenderam, inicialmente, o levantamento e a leitura da bibliografia relacionada a temática abordada nesse estudo, essencial para a construção do embasamento teórico e metodológico.

Em seguida foi realizado o levantamento dos dados pluviométricos da área de estudo nos sites da Agência Nacional de Águas (ANA) e do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Foram selecionadas 40 estações pluviométricas, bem distribuídas na área de estudo e adjacências (Figura 2), com série histórica comum de 41 anos (1975 – 2016).

Figura 2 - Distribuição espacial das estações pluviométricas na área de estudo.



Fonte - ANA (2021).

Org. O autor (2021).

É importante destacar que a rede de estações pluviométricas selecionadas para esta pesquisa contempla todos os compartimentos topográficos da área de estudo. Isso é importante, pois conforme os resultados alcançados por Nascimento (2016), os compartimentos topográficos atuam como fatores determinantes na distribuição espacial das chuvas em Goiás e no Distrito Federal.

Entre as 40 estações, 10 apresentaram falhas de dados durante a série histórica selecionada para este estudo. Para o preenchimento das falhas foi utilizado o método da ponderação regional, proposto por Bertoni e Tucci (2000), que utiliza dados de três ou mais estações pluviométricas que estejam em um raio máximo de 150 km. A ponderação regional leva em consideração três fatores: 1) a qualidade dos dados da estação definida para o preenchimento das falhas; 2) a distância em relação a estação que está com dados faltantes e; 3) a altitude e a semelhança das características geográficas da área. Dessa forma, o procedimento descrito foi aplicado por meio da equação 1.

$$Y = \frac{\bar{P}_y}{3} \left(\frac{P_{x1}}{\bar{P}_{x1}} + \frac{P_{x2}}{\bar{P}_{x2}} + \frac{P_{x3}}{\bar{P}_{x3}} \right) \quad 1)$$

Onde Y é a estação com dados faltantes, \bar{P}_y é a precipitação média (mensal ou anual) da estação Y . Já o P_{x1} , P_{x2} e P_{x3} são as precipitações mensais ou anuais das estações vizinhas escolhidas para fornecer os dados para o preenchimento da estação Y e os valores correspondentes ao \bar{P}_{x1} , \bar{P}_{x2} e \bar{P}_{x3} são as médias mensais, ou anuais, dessas três estações vizinhas.

Este procedimento foi aplicado por Tucci e Silveira (2004), Mariano (2005), Zavattini e Boin (2013) e Neves (2018) em seus estudos na área de hidrologia e climatologia.

Para analisar as influências do ENOS e da ODP na variabilidade das chuvas, na escala anual, foi adotado o ano hidrológico, pois foi levado em consideração que o período chuvoso, na área de estudo, não corresponde ao calendário civil. Caso a análise fosse realizada tomando por base o ano civil, seria comprometida, pois fariamos o período chuvoso entre o final de um ano e início de um ano seguinte. Isso poderia conduzir a uma situação em que haveria, em um mesmo ano civil, a influência de El Niño nos primeiros meses do ano e de La Niña nos quatro últimos meses do ano, por exemplo. Dessa forma, haveria dificuldade de se mensurar o quanto um evento de El Niño ou La Niña influenciou no período chuvoso da região.

Assim, tendo em vista que, historicamente, o ENOS tem o ápice de sua atuação em meados de dezembro, podendo ter uma duração média de 14 meses, foi adotado o ano hidrológico para uma análise mais concisa, compreendendo o período que inicia em setembro de um ano e se estende até maio do ano seguinte. Este período corresponde a primavera, o verão e o outono, estações do ano que concentram mais de 95% da precipitação na área de estudo (NASCIMENTO, 2016). Dessa forma, a estação do inverno foi excluída dessa análise, pois os eventos e o volume de precipitação em junho, julho e agosto são esporádicos e insignificantes, respectivamente.

Definição das regiões pluviométricas

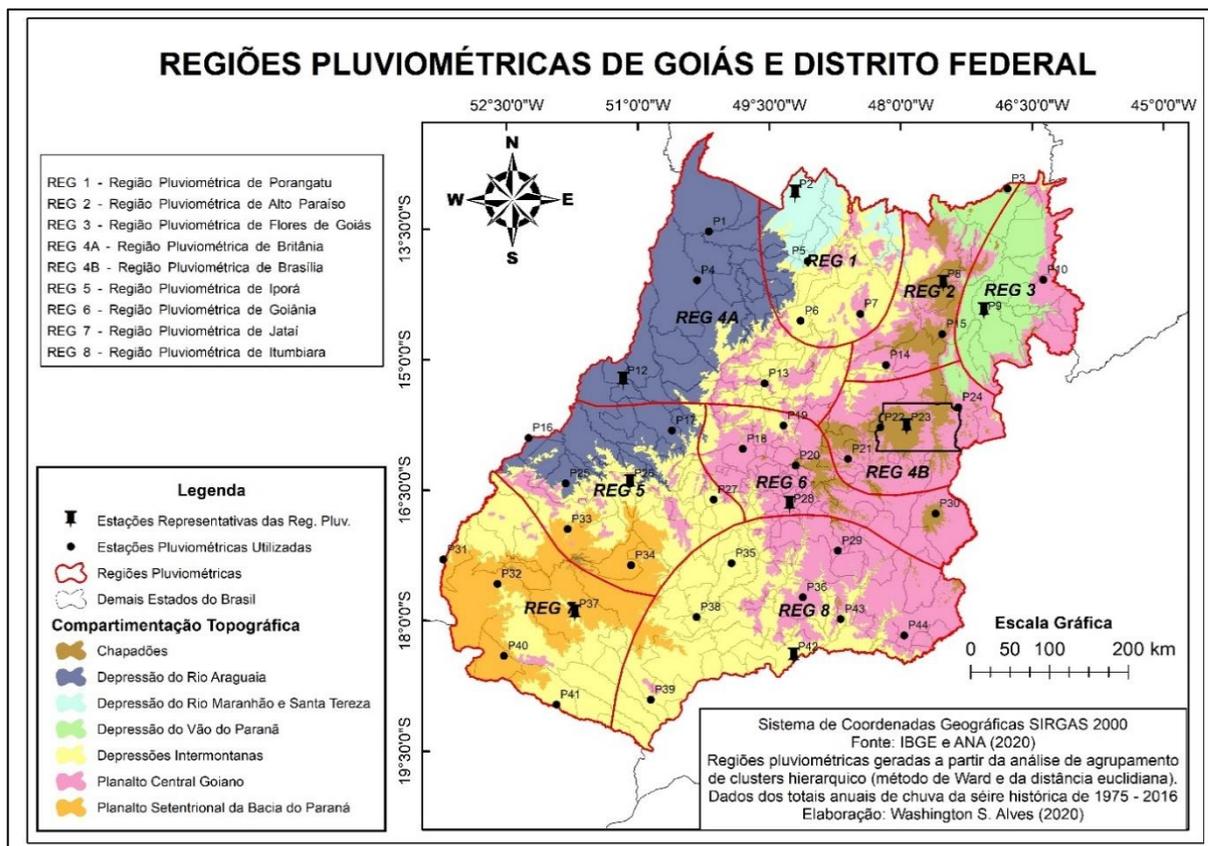
Devido ao grande volume de dados pluviométricos, obtidos nas 40 estações, seria muito exaustiva uma análise específica sobre as influências do ENOS e da ODP na variabilidade das chuvas em cada estação, pois não teria recursos humanos e nem tempo hábil para destrinchar o volume de informações. Caso fosse realizada, haveria uma repetição exaustiva das mesmas características em duas, três, quatro ou mais estações pluviométricas. Desse modo, foi aplicada a técnica de análise de agrupamento de dados para definir as regiões pluviométricas da área de estudo. Conforme Silvestre, Sant' Anna Neto e Flores (2013),

A Análise de Agrupamento (AA) faz parte de um conjunto maior de técnicas estatísticas denominado Análise Multivariada, [...] A técnica AA é utilizada para agrupar objetos, indivíduos, anos, etc., formando grupos homogêneos internamente e heterogêneos entre si. [...] A técnica permite que sejam utilizadas mais de uma variável (p) no agrupamento ao mesmo tempo, entretanto, para a Climatologia, é mais interessante a análise individual de cada uma das variáveis, como por exemplo: temperatura máxima média, temperatura mínima média e precipitação total anual.

Conforme frisado por Silvestre, Sant' Anna Neto e Flores (2013, p. 31), “o usuário da análise deve decidir sobre o ponto de corte, que define o número de grupos desejados”. Essa escolha é arbitrária, no

entanto, para assegurar uma quantidade ideal de grupos/regiões pluviométricas para área de estudo, foi levada em consideração a disposição dos compartimentos topográficos definidos por Nascimento (2016) na área de estudo. Assim, foi estabelecido um ponto de corte que resultou em nove grupos gerados pela análise de agrupamento, cuja quantidade e extensão demonstraram relativa associação com a compartimentação topográfica da área de estudo, conforme demonstrado pela Figura 3 a seguir.

Figura 3 - Regiões pluviométricas do estado de Goiás e Distrito Federal definidas pela técnica de análise de agrupamento.



Fonte - O autor (2021).

Desse modo, como representante de cada região pluviométrica foi elencada uma única estação para análise, baseada em dois critérios: a) posição mais centralizada dentro da região pluviométrica; b) menor quantidade de falhas nos dados.

Anos-Padrão e análise das frequências dos anos habituais e excepcionais durante as fases do ENOS e da ODP

Posteriormente, os dados referentes ao ENOS e a ODP foram obtidos junto a NOAA (<https://www.ncdc.noaa.gov/teleconnections/>), para indicação dos anos tidos com neutralidade ou com a ocorrência das fases quente e fria do ENOS e da ODP.

Neste estudo, adotou-se o recorte amostral dos anos-padrão, sugerido por Monteiro (1971) para se proceder com a análise rítmica. Conforme proposto por Zavattini e Boin (2013), pode-se definir os padrões habituais e excepcionais das precipitações com base nas medidas separatrizes dos quartis, que ordena e classifica os totais anuais de chuva em termos de regime habitual, seco e chuvoso.

Em seguida foram definidos os anos em que os valores de chuva foram habituais e excepcionais (secos e chuvosos). Após essa classificação os totais anuais foram separados em três grupos, sendo: os anos Neus e aqueles de ocorrência do El Niño e da La Niña. Para cada estação pluviométrica, foi identificada a frequência absoluta de anos em que os valores de chuva foram habituais, secos e chuvosos em cada um dos grupos. Por fim, foram gerados gráficos para cada uma das condições do ENOS e neles constaram a frequência absoluta de cada padrão de chuva, em cada fase da ODP.

Teste *t* e ANOVA

Após a organização dos dados de chuva em planilhas de cálculo do software estatístico SPSS, foi realizado um teste para verificar a normalidade dos dados. O software forneceu os parâmetros de dois testes de normalidade: o *Kolmogorov-Smirnov* e o *Shapiro-Wilk*. Foi escolhido o teste de normalidade de *Shapiro-Wilk*, tendo em vista tamanho do universo amostral dos dados de chuva no decorrer dos anos de El Niño ($n=15$), La Niña ($n=13$) e Neutros ($n=13$). Isso porque

Os testes de normalidade sofrem influência do tamanho amostral quanto à sua eficiência. Em amostras pequenas (entre 4 e 30 unidades), é preferível os testes de Shapiro-Wilk e Shapiro-Francia (maior especificidade). À medida que aumentam as amostras, especialmente acima de 500 unidades, todos os testes apresentam melhores desempenhos; entretanto, é prudente adotar o nível de significância de $p < 0,01$, em função do inflacionamento do erro tipo II causado pelo aumento amostral (perda de sensibilidade). (MIOT, 2017, p. 89).

O teste fornece o p valor, que permitiu definir se as amostras dos dados de chuva, durante a série histórica de 1975 a 2016, obtidos em cada estação pluviométrica selecionada para análise, apresentaram distribuição normal ou não. Segundo Miot (2017) se o valor de p for maior que 0,05 indica que a distribuição das amostras é normal, o contrário também é verdadeiro.

O teste de normalidade foi aplicado para os dados de chuva anuais e o resultado demonstrou que há normalidade nos dados. Desse modo foi escolhido o teste t de Student para verificar se houve diferenças significativas entre os acumulados anuais de chuva registrados nos anos de El Niño, La Niña e Neutros.

Antes da aplicação do teste t foi realizado aplicado o teste F para comparar as variâncias dos dois grupos analisados e adequar as configurações do teste t as condições apresentadas pelos conjuntos de dados. O teste F foi gerado a partir do software *Microsoft Excel* 2016, por meio da ferramenta Dados e o menu Análise de Dados. Em seguida, foi ajustado o nível de significância do teste para 0,05 e utilizou-se o valor de p , gerado no cálculo do teste F , para definir se as variâncias dos dois grupos foram homogêneas ou heterogêneas. Conforme Moreno e Morcillo (2019), caso o valor de p seja maior que 0,05 não rejeita a Hipótese Nula (H_0), indicando que as variâncias são homogêneas. Caso o valor de p seja menor que 0,05, a Hipótese Alternativa (H_1) é a de que há diferenças entre as variâncias.

Segundo Alves (2017), o teste t de Student é um teste de hipótese utilizado para comparar médias de dois grupos, podendo demonstrar se a diferença existente entre elas é estatisticamente significativa ou não. Desse modo, o teste foi aplicado na comparação das médias dos valores de precipitação pluviométrica, registrados nos anos de ocorrência de El Niño, La Niña e Neutros, em escala mensal, sazonal e anual. O Teste t foi obtido por meio da equação 2.

$$t = \frac{\bar{x}_A - \bar{x}_B}{EPdif} \quad 2)$$

Onde, \bar{x}_A é a média do grupo A; \bar{x}_B é a média do grupo B; $EPdif$ é o erro padrão da diferença entre as duas médias.

Conforme Moreno e Morcillo (2019), quando as variâncias dos dois grupos são iguais o erro padrão da diferença das duas médias é calculado por meio da média ponderada das variâncias dos grupos conforme a equação 3.

$$S_p^2 = (s_1^2 * (n_1 - 1)) + (s_2^2 * (n_2 - 1)) / (n_1 + n_2) - 2 \quad 3)$$

Onde S_p^2 é a média das variâncias ponderada; s_1^2 e n_1 representam a variância e o número de amostras do grupo 1; s_2^2 e n_2 representam a variância e número de amostras do grupo 2. Em seguida calcula-se o erro padrão das diferenças ($EPdif$), por meio da equação 4, usando a variância ponderada.

$$EPdif = \sqrt{\frac{s_p^2}{n_1} + \frac{s_p^2}{n_2}} \quad 4)$$

No entanto, quando as variâncias são diferentes, o erro padrão das diferenças entre as médias dos dois grupos é denominado a partir das variâncias dos grupos, de acordo com a equação 5.

$$EPdif = \sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}} \quad 5)$$

Onde, s_1^2 e n_1 é a variância e o número de amostras do grupo 1 e s_2^2 e n_2 é a variância e o número de amostras do grupo 2.

O teste t também foi aplicado para verificar se houve diferenças significativas nos acumulados de chuva anual obtidos durante a fase quente (1975 – 1998) e a fase considerada fria (1999 – 2016) da ODP.

Para analisar a variabilidade espacial das chuvas foi aplicado o teste da ANOVA, detalhado em Hoffmann (2011). Para isso, os valores dos acumulados anuais de chuva das estações elencadas para análise foram organizados em planilhas de cálculo separados por grupos (anos com ocorrência de El Niño, La Niña e os anos Neutros) e em seguida aplicado o teste da ANOVA para verificar se houve variação espacial dos volumes de chuva mediante as fases de atuação do ENOS e na sua ausência, considerando as hipóteses ao nível de significância de 0,05. Desse modo, se o valor de p for maior que 0,05, considera-se a H_0 , em que a variabilidade espacial dos acumulados de chuva é homogênea. No entanto, se o valor de p for menor que 0,05, considera-se a H_1 , em que a variabilidade espacial dos acumulados de chuva é heterogênea.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

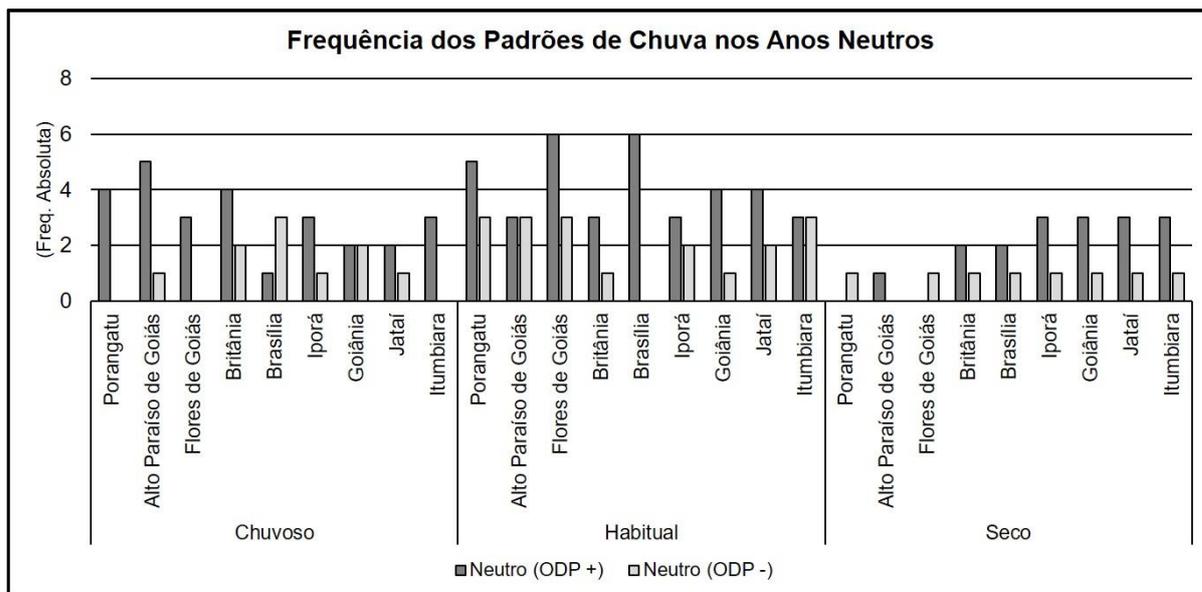
Entre os anos de 1975 e 2016 foram registrados, conforme os dados da NOAA, 15 anos com episódios de El Niño, 13 de La Niña e 13 anos sob a condição de neutralidade, isto é, quando não há atuação do ENOS. A título de sistematização da apresentação e discussão dos resultados, na sequência inicialmente serão retratados os anos considerados como Neutros, seguidos pelos anos sob influência de El Niño e, por último, os de La Niña.

Conforme apontado por Nascimento e Oliveira (2020), em termos habituais, o estado de Goiás e o Distrito Federal observam a atuação homogênea dos sistemas atmosféricos que influenciam o clima na Região Centro-Oeste, com influência, relativamente proporcional, da mEc (27% do ano) e da mTa (25% do ano), no período chuvoso e de seca, respectivamente. De maneira secundária, atuam ainda a ZCAS e a mP, no período chuvoso e inverno, respectivamente, com 24% de atuação proporcional para cada sistema atmosférico. Essa mesma condição foi também observada por Borsato (2009) para Goiânia-GO e Borsato (2017) para Brasília-DF.

A distribuição das frequências dos padrões de chuvas em relação aos anos Neutros (Figura 4) demonstrou maior número de anos classificados como chuvosos e habituais durante a fase quente da ODP, na maioria das regiões pluviométricas. A maior quantidade de anos Neutros chuvosos ocorreu

em Alto Paraíso de Goiás (5 registros) e em Porangatu e Britânia (4 registros), e dos anos Neutros habituais foi verificada em Flores de Goiás e Brasília, com 6 registros em cada. Somente em Brasília os anos Neutros chuvosos foram mais frequentes durante a fase fria da ODP. Em Goiânia foram registrados 2 anos Neutros chuvosos nas duas fases da ODP e em Alto Paraíso de Goiás e em Itumbiara foram registrados o mesmo número de anos habituais (3) em cada fase da ODP.

Figura 4 - Frequência relativa dos padrões de chuva durante os anos neutros.



Fonte - O autor (2021).

Em relação aos anos Neutros classificados como secos notou-se que houve maior frequência durante a fase quente da ODP em Alto Paraíso de Goiás (1 registro), Britânia e Brasília (2 registros) e Iporá, Goiânia, Jataí e Itumbiara (3 registros em cada).

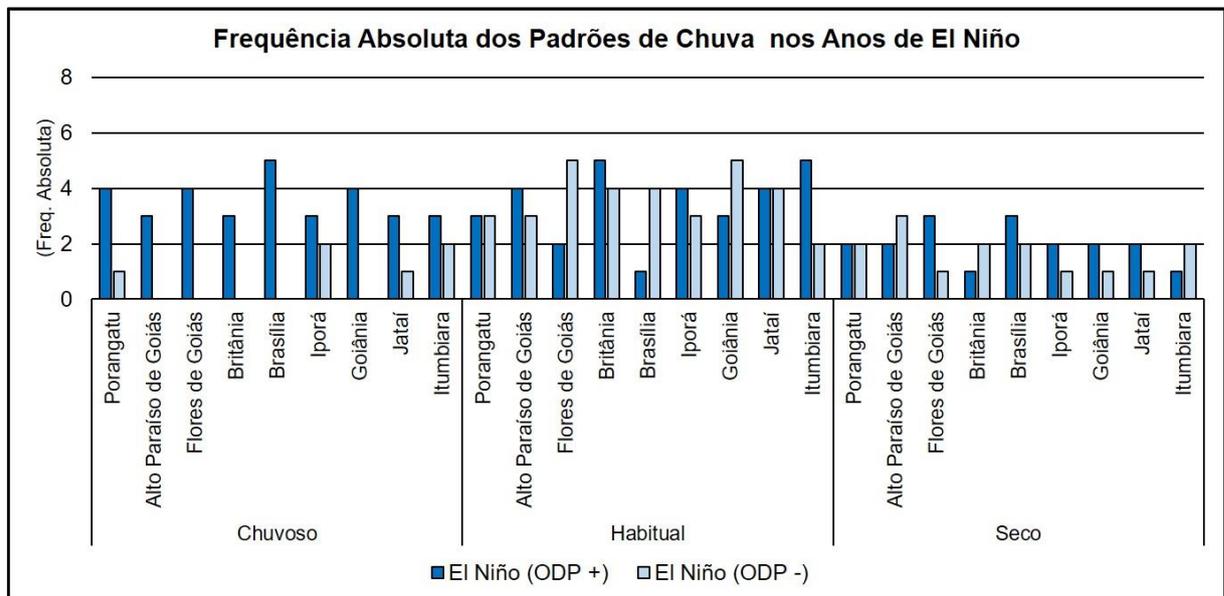
Também foi possível verificar que há uma variabilidade espacial dos totais anuais de chuva entre os padrões excepcionalmente chuvosos. Nas regiões pluviométricas situadas ao norte de Goiás, incluindo Britânia, houve maior quantidade de anos chuvosos e menor de anos secos durante a fase quente da ODP, enquanto que, em Goiânia e Jataí, o número de anos secos foi maior durante a fase quente da ODP. Em Brasília foi registrado o inverso, ou seja, houve maior número de anos chuvosos durante a fase fria da ODP.

De acordo com Nascimento e Oliveira (2020), em anos excepcionais, sejam associados a regime chuvoso ou seco, observa-se na área em estudo a atuação diferenciada dos sistemas atmosféricos. Em um ano padrão seco, é possível verificar a maior atuação da mTa, ao passo que no ano de regime chuvoso o predomínio é da mEc, o que responde pelos diferentes acumulados anuais e pela distribuição interanual das chuvas. Como denota-se a influência do ENOS no regime e acumulados de precipitação, deduz-se que a atuação desse fenômeno seja capaz de configurar os anos excepcionais (chuvosos e secos).

Os anos de El Niño classificados como chuvosos foram mais frequentes durante a fase positiva da ODP e a maior frequência foi encontrada em Brasília, cinco registros, nos anos de 1977/1978, 1979/1980, 1982, 1983, 1987/1988 e 1991/1992 – Figura 5. Na fase negativa da ODP houve registros de anos de

El Niño chuvosos somente em Porangatu, com um registro no ano de 2014/2015; em Iporá, com dois registros nos anos de 2009/2010 e 2014/2015; em Jataí, com um registro no ano de 2009/2010 e; em Itumbiara, com dois registros, nos anos de 2006/2007 e 2009/2010.

Figura 5 - Frequência relativa dos padrões de chuva durante os episódios de El Niño.



Fonte - O autor (2021)

Os anos de El Niño em que os totais anuais foram classificados como habituais apresentaram maior frequência durante a fase quente da ODP apenas em Alto Paraíso de Goiás (4 registros), Britânia e Itumbiara (com 5 registros em cada). Nas demais regiões as maiores frequências de anos habituais, durante a fase fria da ODP, ocorreram em Flores de Goiás e em Goiânia com 5 registros em cada. Em Porangatu e em Itumbiara as frequências apresentaram os mesmos valores em ambas as fases da ODP. Essa variação em relação aos maiores volumes de precipitação (anos chuvosos) estarem associados a fase fria ou a fase quente da ODP Por haver tal divergências, constatadas até mesmo no contexto do estado de Goiás e do Distrito Federal, Nascimento Junior e Sant'Ana Neto (2015) sugerem o aprofundamento de estudos que avaliem a associação entre ODP e ENOS com relação ao regime de precipitações.

A frequência dos anos de El Niño classificados como secos foi maior durante a fase quente da ODP nas regiões de Flores de Goiás, com três registros nos anos de 1986/1987, 1994/1995 e 1997/1998; em Brasília, também com três registros (1976/1977, 1986/1987 e 1997/1998); em Iporá e Goiânia, com dois registros (1986/1987 e 1997/1998) e; em Jataí, também dois nos anos de 1976/1977 e 1994/1995. Essa associação, de El Niño e fase quente da ODP com a redução dos volumes de chuva, foi também verificada por Silva, Galvêncio e Nóbrega (2011), para sub-bacias do rio São Francisco, e por Silva (2013) e Costa e Silva (2017), no estado do Ceará.

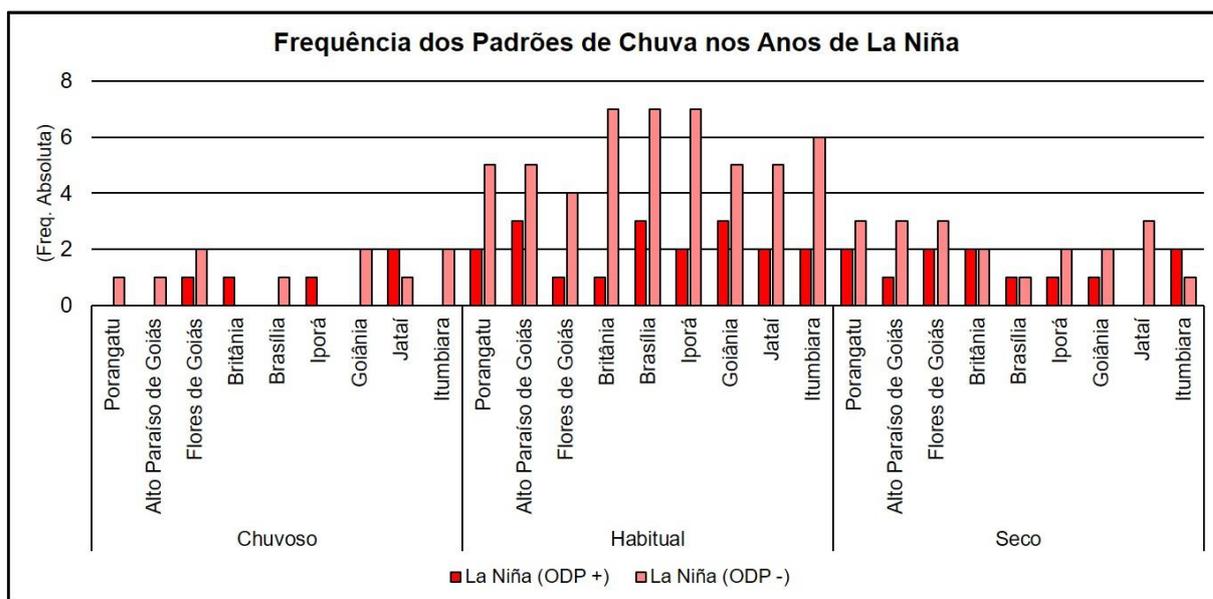
Na fase fria da ODP os anos de El Niño seco tiveram maior frequência em Alto Paraíso de Goiás com três registros (2006/2007, 2014/2015 e 2015/2016), em Britânia com dois registros (2009/2010 e 2015/2016) e em Itumbiara também com dois nos anos de 2014/2015 e 2015/2016.

Em relação a variabilidade espacial dos padrões excepcionais de chuva, foi observado que, durante os anos de El Niño/fase fria da ODP, os anos chuvosos ocorreram apenas quatro regiões pluviométricas, no norte em Porangatu, no oeste em Iporá e no sudoeste e sul onde estão Jataí e Itumbiara. Possivelmente, esse aspecto pode ser explicado pela atuação intensificada dos sistemas produtores de chuvas na região em apreço (a saber: mEc e ZCAS), que adentram com maior facilidade por essas

regiões pluviométricas pelo fato de representarem depressões do relevo, com menores altitudes. Todavia, essa questão carece de maior aprofundamento em estudos complementares. Por sua vez, os anos secos foram registrados em todas as regiões pluviométricas em ambas as fases da ODP.

No caso dos anos de La Niña (Figura 6) evidencia-se que as frequências dos anos habituais foram maiores, e que as de anos secos foram mais elevadas que a de anos secos, principalmente durante a fase fria da ODP. Essa mesma associação também foi verificada por Silva, Galvêncio e Nóbrega (2011), Silva (2013) e Costa e Silva (2017).

Figura 6 - Frequência relativa dos padrões de chuva durante os episódios de La Niña



Fonte - O autor (2020)

As maiores frequências de La Niñas habituais ocorreram em Britânia, Brasília e Iporá (7 anos), durante a fase fria da ODP. As maiores frequências dos anos de La Niña, considerados secos, ocorreram na fase fria da ODP, e foram no total de 3 registros, em Porangatu (1975/1976, 2005/2006 e 2011/2012), Alto Paraíso de Goiás (1975/1976, 1998/1999, 2000/2001), Flores de Goiás (1998/1999, 2007/2008 e 2010/2011) e Jataí (1975/1976, 1998/1999 e 2008/2009). É importante frisar que em Jataí não foram registrados La Niñas secos durante a fase quente da ODP.

Nos anos de La Niña, as maiores frequências de anos chuvosos foram no total de dois anos em Flores de Goiás (2005/2006 e 2011/2012), Goiânia (2010/2011 e 2011/2012) e Itumbiara (2007/2008 e 2010/2011), durante a fase fria da ODP, e em Jataí (1983/1984 e 1988/1989), durante a fase quente da ODP.

Em relação a variabilidade espacial dos anos excepcionais notou-se que o padrão chuvoso foi registrado de forma pontual entre as regiões pluviométricas, em anos de La Niña durante a fase quente da ODP, e durante a fase fria houve registros de La Niñas chuvosos apenas em Britânia e Iporá. As frequências de anos secos se distribuíram de maneira uniforme na maioria das regiões pluviométricas, somente em Brasília e Itumbiara as frequências foram menores durante a fase fria da ODP. Na fase quente da ODP as maiores frequências foram registradas nas regiões ao norte, incluindo Britânia.

De forma divergente aos anos Neutros e de El Niño, foi identificado nos anos de La Niña reduções das frequências do padrão chuvoso, em ambas as fases da ODP, e uma elevação do padrão habitual e seco durante a fase fria, principalmente nas regiões localizadas mais ao norte de Goiás e em Jataí. Desse modo pode-se afirmar que durante os episódios de La Niña há maior possibilidade de prevalecer sobre a área de estudo padrões pluviométricos habituais ou secos.

A variação da frequência dos padrões habituais e excepcionais de chuva no decorrer dos anos que estiveram sobre a ação do ENOS e dos anos Neutros pode estar associada a possíveis alterações no ritmo de atuação dos sistemas atmosféricos sobre a região. Borsato (2011) estudou as influências do ENOS na dinâmica da atmosfera do centro-sul do Brasil e, considerando a estação de Brasília, que também é objeto de análise desse estudo, o autor identificou que, durante o verão, sob situação de neutralidade, ocorreu maior formação e atuação de ZCAS em comparação com o verão sob domínio do ENOS, seja na sua fase positiva (El Niño) ou na fase negativa (La Niña). O autor também identificou que durante o verão sob domínio do El Niño (2009/2010) houve maior número de eventos de chuva ocasionados pela atuação de sistemas frontais.

Todavia, Borsato (2011) avaliou apenas a estação do verão, momento em que se concentra o maior volume de precipitação na área de estudo. No entanto, é um indicativo de que a atuação do ENOS influenciou nos padrões e conseqüentemente no volume de chuva precipitado sobre Goiás e o Distrito Federal. Dessa forma sugere-se a realização de estudos complementares e mais aprofundados, que foquem não apenas a associação do ENOS e OPD ao regime de chuva, mas que também incorpore a análise da circulação atmosférica.

Teste t

Ao utilizar o teste t os resultados revelaram que há diferenças significativas entre as médias dos totais de chuvas obtidos nos anos de La Niña em relação aos anos Neutros. Esse fato foi registrado em Porangatu, Alto Paraíso de Goiás, Britânia e Brasília (Tabela 1). Nessas regiões o valor de p foi menor que 0,05, portanto, indicou que a hipótese nula (H_0) (de que não havia diferenças entre as médias do total de chuva obtidos entre os anos de La Niña e Neutros) deve ser rejeitada. Esse resultado também demonstrou que os valores de chuva obtidos nos anos de La Niña foram menores que os valores registrados nos anos Neutros.

A H_0 também foi rejeitada quando comparadas as médias dos totais de chuva dos anos de El Niño (1.525,5 mm) com as dos anos de La Niña (1.362,9 mm) na estação de Itumbiara, indicativo de que o El Niño contribuiu para maiores volumes de chuva que o La Niña durante a série histórica analisada. Nas demais estações o valor de p foi maior que 0,05 e a H_0 foi aceita.

Tabela 1 - Valor de p do teste t resultante da comparação das medias de precipitação total anual entre os grupos dos anos de El Niño, La Niña e Neutros (grifados em vermelho valores de $p < 0,05$)

Estações Pluviométricas	El Niño / Neutro	La Niña / Neutro	El Niño / La Niña
Porangatu	0,204	0,030	0,156
Alto Paraíso de Goiás	0,236	0,009	0,134
Flores de Goiás	0,451	0,138	0,197
Britânia	0,247	0,027	0,087
Brasília	0,157	0,015	0,128
Iporá	0,429	0,099	0,077
Goiânia	0,176	0,250	0,425
Jataí	0,328	0,426	0,252
Itumbiara	0,226	0,168	0,031

Fonte - O autor (2021).

Ao comparar as médias dos totais de chuva dos anos de El Niño com os anos Neutros a H_0 foi aceita, uma vez que não houveram diferenças significativas entre as médias, pois os valores de p foram

maiores que 0,05. Esse resultado demonstra que não houve diferenças significativas entre os volumes de chuva registrados nos anos de El Niño e Neutro.

Baseado nos resultados do teste *t* é possível identificar que em Flores de Goiás, Iporá, Goiânia e Jataí não foram identificadas diferenças significativas das médias dos totais de chuva em nenhum dos três cenários apresentados. Isso indica que, independente da ação do ENOS, os totais de chuva nessas localidades não sofreram alterações estatisticamente significativas. Entretanto, tem que ser ressaltado que essa análise remete aos totais anuais de chuva dos anos hidrológicos, por isso a necessidade de depurar as informações nas escalas sazonais e mensais, tendo em vista o objetivo de identificar se há diferenças significativas nessas escalas temporais de análise.

ANOVA

Os resultados da Análise de Variância (ANOVA) permitiu identificar a variabilidade espacial dos acumulados de chuvas durante os anos de ocorrência de El Niño, La Niña e Neutros. Ficou demonstrado que, tanto durante a atuação do ENOS quanto nos anos Neutros, a distribuição espacial das chuvas na área de estudo não ocorreu de forma homogênea, há diferenças quanto a distribuição dos totais anuais, pois os valores de *p* obtidos nos testes foram menores que 0,05.

Este resultado endossa os apontamentos feitos por Monteiro (1951) e posteriormente ratificado por Nimer (1979) de que a disposição latitudinal da área de estudo e as características da sua compartimentação topográfica são fatores que interagem com os sistemas atmosféricos atuantes na área de estudo e promovem a variabilidade espacial da precipitação pluviométrica.

Sobre isso, Nascimento e Oliveira (2020) demonstram que os totais anuais de chuva são maiores na Depressão do Rio Araguaia e nos relevos residuais e Depressões Intermontanas, que se distribuem numa faixa no sentido NO/SE de Goiás. Já no nordeste de Goiás, onde está a Depressão do Vão do Paranã, são registrados os menores volumes anuais de chuva.

Esse fato nos leva a concluir que, independentemente da ação do ENOS, há uma variabilidade espacial das chuvas, oriunda do modo como os sistemas atmosféricos atuam, regido pela disposição latitudinal da área de estudo e da interação com os compartimentos topográficos que condicionam a entrada, o deslocamento ou atuam como barreira ao avanço dos sistemas atmosféricos produtores de chuva na região. Todavia, na ocasião do presente estudo foram adotados recortes episódicos de anos-padrão, que não são capazes de proverem a climatologia dos episódios ENOS em suas frases quente e fria, uma vez que cada fase apresenta um padrão diferenciado de circulação atmosférico e repercussões em relação ao regime de chuvas e as temperaturas. Desse modo, convém apontar a necessidade de estudos complementares, inclusive, de contemplarem a dinâmica de sistemas atmosféricos ao longo da atuação do ENOS e da ODP, em suas diferentes fases.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

No contexto das (muitas vezes) indesejáveis repercussões socioeconômicas dos regimes excepcionais das chuvas, o presente trabalho teve como intuito averiguar a influência do ENOS e da ODP na variabilidade dos totais anuais de precipitação no estado de Goiás e no Distrito Federal, a partir do recorte de regiões pluviométricas e de estações meteorológicas selecionadas em cada uma delas.

A partir da identificação e análise da frequência de anos secos, habituais e chuvosos, durante as fases quentes e frias do ENOS e da ODP, pode-se afirmar que há influência desses fenômenos nos padrões espaciais e temporais de chuva na área em estudo, uma vez que foi identificado que as maiores frequências dos padrões chuvosos ocorreram durante os anos Neutros e de El Niño na fase quente da ODP, na maioria das regiões pluviométricas. Por sua vez, em anos de La Niña houve a elevação da frequência de anos com padrão habitual e redução dos anos chuvosos em ambas as fases da ODP, especialmente nas regiões de Flores de Goiás e Jataí.

Não obstante, os valores de frequência dos anos secos foram próximos entre as fases do ENOS, não tendo sido identificado um padrão espacial, uma vez que nos anos Neutros associados a ODP quente houve maior frequência nas regiões localizadas no centro-sul da área de estudo, enquanto que nos

anos de La Niña associados a ODP fria os maiores valores de frequência foram vislumbrados nas regiões localizadas ao norte de Goiás e na de Jataí.

É importante lembrar que o padrão excepcional é aquele que expressa os anos que possuem volumes pluviométricos acima ou abaixo do habitual (de maior ocorrência). Geralmente os anos com padrão de chuva excepcional trazem problemas para sociedade. Conforme apontado por Baldo (2006) esses problemas não são só do ponto de vista climático, mas principalmente associados à uma gama de impactos na produção agrícola, na geração de energia hidrelétrica e no abastecimento humano. Neste sentido, a variação da frequência dos padrões de chuva sobre o estado de Goiás e o Distrito Federal, em condições de atuação do ENOS e ODP, podem impactar os setores econômicos e sociais.

Em relação aos testes estatísticos (*Teste t* e da ANOVA) aplicados é possível concluir que apenas em Itumbiara, localizada ao sul/sudeste da área de estudo, foi identificada uma associação estatisticamente significativa entre os totais anuais de chuva dos anos de El Niño com aqueles registrados durante os anos de La Niña. Em anos de ocorrência de El Niño, percebe-se uma distribuição temporal dos volumes de chuva próxima da condição registrada nos anos Neutros, não havendo diferença significativa entre esses dois grupos em nenhuma das regiões pluviométricas da área de estudo. Por sua vez, os totais anuais de chuva registrados nos anos de ocorrência de La Niña nas regiões de Porangatu, Alto Paraíso de Goiás, Britânia e Brasília, localizadas ao centro-norte da área de estudo, apresentaram uma associação estatisticamente significativa, quando comparados aos totais anuais obtidos nos anos Neutros.

Dessa forma os testes estatísticos demonstraram que, independentemente da ação do ENOS, há uma variabilidade espacial das chuvas que é condicionada pela compartimentação topográfica que interfere no deslocamento dos mecanismos atmosféricos produtores de chuva sobre a área de estudo, conforme apontado pela literatura (NASCIMENTO, 2016; NEVES, 2018).

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás (FAPEG) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro para realização desta pesquisa, à FAPEG na condição de bolsa de doutorado concedida ao primeiro autor e ao CNPq em referência às bolsas de produtividade em pesquisa destinadas ao segundo e terceiro autores.

REFERÊNCIAS

- ABREU, M. L. de. Climatologia da estação chuvosa de Minas Gerais: de Nimer (1977) à Zona de Convergência do Atlântico Sul. **Revista GENOMOS**, n. 6, v. 2, p. 17-22, 1998. <https://doi.org/10.18285/geonomos.v6i2.166>
- ALVARES, C. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013. <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>
- ALVES, M. C. Teste t de Student. In: **Seção técnica de informática**. ESALQ-USP, Piracicaba-SP. 2017. Disponível em: http://cmg.esalq.usp.br/wiki/lib/exe/fetch.php?media=publico:syllabvs:lcf5759a:teste_t.pdf. Acesso em: 12 fev. 2021.
- ANDREOLI, R. V.; KAYANO, M. T. Previsões de Anomalias de temperatura da Superfície do Mar no Atlântico Tropical usando análises de correlações canônicas. **Revista Brasileira de Meteorologia**, Brasil, v. 20, n.1, p. 93-104, 2005. Disponível em: http://mtc-m16b.sid.inpe.br/col/cptec.inpe.br/walmeida/2004/04.08.14.17/doc/Andreoli_Previsoes%20de%20ano_malias.pdf. Acesso em: 02 fev 2020.
- BALDO, M. C. **Variabilidade pluviométrica e a dinâmica atmosférica na bacia hidrográfica do rio Ivaí-PR**. 2006. p. 172. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Geografia da UNESP de Presidente Prudente-SP. UNESP, 2006. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/101431>. Acesso em: 02 fev. 2021.

BERLATO, M. A.; FONTANA, D. C. **El Niño e La Niña: Impactos no clima, na vegetação e na agricultura do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre-RS: Editora da UFRGS, 2003.

BERTONI, J. C.; TUCCI, C. E. M. Precipitação. In: TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: ciência e aplicação**. Porto Alegre-RS: ABRH, 2000.

BORSATO, V. da A. A dinâmica atmosférica no centro-sul do Brasil no verão e as influências do El Niño Oscilação Sul (ENOS). **Revista do Departamento de Geografia – USP**, São Paulo-SP, v. 22, p. 135-157, 2011. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/47223/50959>. Acesso em: 12 fev 2021.

CABRERA, J. L. B.; ROMERO, E. A.; GONZALES, F. J. R.; LÓPEZ, O. R. Effects of ENSO, on precipitation in Mexico City. **Investigaciones Geográficas**, n. 97, p. 1-12, 2018. Disponível em: <http://www.scielo.org.mx/pdf/igeo/n97/2448-7279-igeo-97-00002.pdf>. Acesso em: 22 ago 2020.

CASIMIRO, W. L. e ESPINOZA, J. C. Impactos de El Niño y La Niña em la lluvias del Perú (1965-2007). **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 29, n. 02, p. 171-182, 2014. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-77862014000200003. Acesso em: 22 ago 2021.

COSTA, J. A.; SILVA, D. F. da. Distribuição espaço-temporal do Índice de anomalia de chuva para o Estado do Ceará. **Revista Brasileira de Geografia Física**. v.10, n. 04, p. (1002-1013), 2017. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/234026>. Acesso em: 05 fev. 2021.

DA SILVA, D. F. Influência da variabilidade interdecadal do clima associada ao ENOS sobre o estado do Ceará. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 04, nº. 02, p. 86-98. Aquibadabã-2013. Disponível em: <https://sustenere.co/index.php/rica/article/view/ESS2179-6858.2013.002.0005>. Acesso em: 18 set. 2020.

DA SILVA, D. F.; GALVÍNCIO, J. D.; NÓBREGA, R. S. Influência da variabilidade climática e da associação de fenômenos climáticos sobre sub-bacias do rio São Francisco. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, n. 19, p. 46-56, 2011. Disponível em: http://rbciamb.com.br/index.php/Publicacoes_RBCIAMB/article/view/361/310. Acesso em: 10 out 2020.

DIMRI, A. P. Relationship between ENSO phases with Northwest India winter precipitation. **Internation Journal of Climatology**, v. 33, p. 1917-1923, 2013. <https://doi.org/10.1002/joc.3559>

ENRIQUEZ, O.; GUSMÁN, A.; NARVÁES, G. Análisis del comportamiento de la precipitación en el municipio de Buenaventura (Valle del Cauca, Colombia) en condiciones de desarrollo de los fenómenos El Niño y L Niña. **Revista Colombiana de Geografía**, v. 23, n. 01, p. 165-178, 2014. <https://doi.org/10.15446/rcdq.v23n1.41090>

FENG, J.; CHEN, W.; ZHOU, W. Different impacts of El Nino and El Niño Modoki on China rainfall in the decaying phases. **International Journal of Climatology**. n. 31, 2011. Disponível em: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/joc.2217/epdf>. Acesso em: 20 nov. 2020.

GRIMM, A. M. Variabilidade interanual do clima no Brasil. In: CAVALCANTI, I. F. de A.; FERREIRA, N. J.; DA SILVA, M. G. A. J.; DIAS, M. A. F. da S. **Tempo e Clima no Brasil**. São Paulo-SP: Oficina de textos, 2009.

GRIMM, A. M. e TEDESCHI, R. G. ENSO and Extreme Rainfall Events in South America. **Journal of Climate**, v. 22, p. 1589-1609, 2009. <https://doi.org/10.1175/2008JCLI2429.1>

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística 2019**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/xtras/perfil.php?codmun=521020>. Acesso em: 28 jun. 2021.

KAYANO, M. T. e ANDREOLI, R. V. Variabilidade decenal e multidecadal. In: CAVALCANTI, I. F. de A.; FERREIRA, N. J.; DA SILVA, M. G. A. J.; DIAS, M. A. F. da S. **Tempo e Clima no Brasil**. São Paulo-SP: Oficina de textos, 2009.

MANTUA, N. J.; HARE, S. R.; ZHANG, Y.; WALLACE, J. M.; FRANCIS, R. C. A Pacific interdecadal climate oscillation wuth impacts on samon production. **Bulletin of the American Meteorological Society**, v. 78, 1997. [https://doi.org/10.1175/1520-0477\(1997\)078<1069:APICOW>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0477(1997)078<1069:APICOW>2.0.CO;2)

- MARIANO, Z. de F. **A importância da variável climática na produtividade da soja no sudoeste de Goiás**. 2005. p. 168. Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Geografia da UNESP de Rio Claro-SP. UNESP, 2005. Disponível em: http://www.acervodigital.unesp.br/handle/unesp/169267?locale=pt_BR. Acesso em: 21 out. 2021.
- MIOT, H. A. Avaliação da normalidade dos dados em estudos clínicos e experimentais. **Jornal Vascular Brasileiro**, n. 16, v. 2, p. 88-91. 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/jvb/v16n2/1677-5449-jvb-16-2-88.pdf>. Acesso em: 12 fev. 2021.
- MORENO, L. Z.; MORCILLO, A. M. **Comparação de duas médias: teste t de Student**. Campinas-SP. 2019. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/335988592_Comparacao_de_duas_Medias_Teste_t_de_Student. Acesso em: 12 fev. 2021.
- MOLION, L. C. B. Aquecimento Global, El Niños, Manchas Solares, Vulcões e Oscilação Decadal do Pacífico. **Revista Climanalise**, nº01, 2005. Disponível em: http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/revista/pdf/Artigo_Aquecimento_0805.pdf. Acesso em: 18 jun 2021.
- MONTEIRO, C. A. F. Notas para o estudo do clima do Centro-Oeste brasileiro. **Revista Brasileira de Geografia**. v. 13, n. 1, p. 3-46, jan-mar 1951.
- NASCIMENTO, D. T. F. **O ritmo e a gênese das chuvas no estado de Goiás e no Distrito Federal a partir de estimativas de precipitação por satélite**. 2016. p. 203. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Geografia do IESA/UFG. UFG, 2016. <https://doi.org/10.5380/raega.v35i0.42048>
- NASCIMENTO, D. T. F.; OLIVEIRA, I. J. de. Os sistemas atmosféricos atuantes e responsáveis pela gênese das chuvas no estado de Goiás e no Distrito Federal. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 27, 2020. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/73112/41865>. Acesso em: 12 fev 2021.
- NASCIMENTO JUNIOR, L.; SANT'ANA NETO, J. L. Contribuição aos estudos da precipitação no estado do Paraná: A Oscilação Decadal do Pacífico – ODP. **Revista Ra'e Ga: Espaço em análise**, v. 35, p. 314-343. Curitiba-PR, 2015. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/raega/article/view/42048>. Acesso em: 12 set 2020.
- NASCIMENTO, M. A. L. S. Geomorfologia do estado de Goiás. **Boletim Goiano de Geografia**. v. 12, n. 1, 1992. Disponível em: https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/215/o/NASCIMENTO_Maria_Amelia_Leite_Geomorfologia_Go.pdf. Acesso em: 22 ago 2021.
- NEVES, G. Z. de F. **Distribuição geográfica das chuvas no estado de Goiás e Distrito Federal: Dinâmica e aplicações nos estudos rítmicos**. 2018. Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Ciências da Engenharia Ambiental. USP – São Paulo-SP, 2018. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18139/tde-22052018-174146/pt-br.php>. Acesso em: 12 jul 2021.
- NIMER, Edmon. Região centro-oeste. In: _____ **Climatologia do Brasil**. Rio de Janeiro. IBGE, 1979, p. 391-404.
- NOAA - National Oceanic and Atmospheric Administration. **El Niño South Oscillation (ENSO)**. 2020. Disponível em: <https://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/precip/CWlink/MJO/enso.shtml>. Acesso em: 20 jun 2021.
- PRADO, L. F. **Oscilação decadal do Pacífico e seus impactos no regime de precipitação no Estado de São Paulo**. 2010. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação do Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo – IAG-USP. São Paulo-SP, 2010. Disponível em: https://www.iag.usp.br/pos/sites/default/files/d_luciana_f_prado_corrigida.pdf. Acesso em: 12 mai 2021.
- QUADROS, M. F. L. **Estudo de episódios de Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) sobre a América do Sul**. 1994. 94f. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) – INPE, São José dos Campos-SP, 1994. Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/250986842_Estudo_de_episodios_de_zonas_de_convergencia_do_Atlantico_Sul_ZCAS_sobre_a_America_do_Sul. Acesso em: 23 jul 2021.

SERRA, A.; RATABONNA, L. **As massas de ar na América do Sul**. Rio de Janeiro: Serviço de Meteorologia, Ministério da Agricultura, 1942.

SILVA, D. F. da; GALVÍNCIO, J. D.; NÓBREGA, R. S. Influência da variabilidade climática e da associação de fenômenos climáticos sobre sub-bacias do rio São Francisco. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, nº 19, p. 46-56, 2011. Disponível em: http://rbciamb.com.br/index.php/Publicacoes_RBCIAMB/article/view/361/310. Acesso em: 10 out 2020.

SILVESTRE, M. R.; SANT'ANNA NETO, J. L.; FLORES, E. F. Critérios estatísticos para definir anos-padrão: uma contribuição à Climatologia geográfica. **Revista Formação**, UNESP – Presidente Prudente-SP, v.2, n. 20, p. 23-53, 2013. Disponível em: <https://revista.fct.unesp.br/index.php/formacao/article/view/2360>. Acesso em: 12 fev 2021.

SPINELLI, K.; MENDONÇA, M. Variabilidade sazonal da precipitação na bacia do Rio do Peixe (SC) e sua relação com ENOS e ODP. **Anais do XI Encontro Nacional da ANPEGE**, p. 7479-7491, 2015. Disponível em: <http://www.enanpege.ggf.br/2015/anais/>. Acesso em: 18 set. 2021.

STRECK, N. A.; BURIOL, G. A.; HELDWEIN, A. B.; GABRIEL, L. F.; PAULA, G. M. de. Associação da variabilidade da precipitação pluvial em Santa Maria com a Oscilação Decadal do Pacífico. **Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, p. 1553-1561, 2009. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2009001200001>

TANGANG, F.; SALIMUM, E.; FARZANMANESH, R. Characteristics of precipitation extremes in Malaysia associated with El Niño and La Niña events. **International Journal of Climatology**. v. 37, n. 1, 2017. <https://doi.org/10.1002/joc.5032>

TORRES-VALCÁRCEL, A. R. Teleconnections between ENSO and rainfall and drought in Puerto Rico. **International Journal of Climatology**, v. 38, p. 1190-1204, 2018. <https://doi.org/10.1002/joc.5444>

TREJO, F. J. P.; BARBOSA, H. A.; RUIZ, I. Q.; PEÑALOZA-MURILLO, M. A. Patrones de circulación atmosféricos-oceánicos a meso-escala vinculados a la sequías extensas em Venezuela. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 31, n. 04, p. 468-489, 2016. <https://doi.org/10.1590/0102-778631231420150070>

WEI, W.; SHI, Z.; YANG, X.; WEI, Z.; LIU, Y.; ZHANG, Z.; GE, G.; ZHANG, X.; GUO, H.; ZHANG, K.; WANG, B. Recent Trends of Extreme Precipitation and Their Teleconnection with Atmospheric Circulation in the Beijing-Tianjin Sand Source Region, China, 1960–2014. **Atmosphere**, v. 08, n. 83, p. 2-18, 2017. <https://doi.org/10.3390/atmos8050083>

ZAVATTINI, J. A.; BOIN, M. N. **Climatologia Geográfica: teoria e prática**. Campinas-SP: Alínea, 2013. <https://doi.org/10.5902/2179460X13217>

Recebido em: 09/11/2022

Aceito para publicação em: 05/07/2023