Revista Brasileira de Climatologia
ISSN: 2237-8642 (Eletrônica)

CARACTERIZAÇÃO DO REGIME PLUVIOMÉTRICO NO ENTORNO DO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DOS VEADEIROS (GO)

MACHADO, Lilian Aline - lilian.aline.machado@hotmail.com
Universidade Federal de Minas Gerais / UFMG

ASSIS, Wellington Lopes - assisw@gmail.com
Universidade Federal de Minas Gerais / UFMG

Submetido em: 10/02/2020
Aceito para publicação em: 22/10/2020
Publicado em: 23/10/2020
DOI: http://dx.doi.org/10.5380/abclima.v27i0.71611

RESUMO: Incêndios em áreas de Cerrado são comuns e fazem parte da dinâmica natural deste ecossistema. Porém, o fogo que se propaga de maneira descontrolada, originado de fontes criminosas ou do manuseio incorreto na agropecuária, traz prejuízos inestimáveis para a flora e fauna do bioma. O ICMBio adota estratégias de prevenção de grandes incêndios as quais podem valer de informações sobre a climatologia para melhorar sua precisão. Assim, este trabalho teve como objetivo investigar o regime de chuvas na região do Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros a fim de estabelecer os anos padrão climatológicos e analisar tendências na série histórica da precipitação do entorno do parque. Os resultados evidenciaram a expressiva variabilidade intra e inter anual nos totais pluviométricos da região. O ano normal compreende precipitação de 1201,0mm a 1607,9mm, enquanto anos chuvosos compreendem mais de 1856,0mm e anos secos, menos de 977,5mm. Enquanto no ano normal os meses com os maiores totais pluviométricos são novembro, dezembro e janeiro, no ano chuvoso fevereiro passa a ter precipitação expressiva, o que torna o trimestre DJF mais úmido. Os meses de maior seca (JJA) não se alteram independentemente do tipo de ano padrão. No ano seco há uma queda geral da precipitação entre os meses de outubro e abril. Dessa forma, quando se adentra o período de maior atuação de massas de ar estáveis, a vegetação já apresenta um déficit hídrico elevado que pode agravar e alimentar grandes incêndios na região. Não há evidencias fortes de mudanças no padrão de precipitação da região nos últimos 50 anos. Também não foram observadas relações diretas entre eventos ENOS e a precipitação porém, é possível observar um sinal de que sob eventos El Niño a precipitação média é maior nos trimestres chuvosos (NDJ-DJF), enquanto a precipitação é maior sob La Niña nos trimestres de transição dos meses secos para os chuvosos (ASO-SON-OND).

PALAVRAS-CHAVE: Ano normal climatológico, El Niño – La Niña, Cerrado

CHARACTERIZATION OF THE PLUVIOMETRIC REGIME OF THE CHAPADA DOS VEADEIROS NATIONAL PARK REGION (GOIÁS, BRASIL)

ABSTRACT: Fires in Cerrado areas are usual and part of the natural dynamics of this ecosystem. However, fire that spreads wildly, originated from criminal sources or improper handling in agriculture, brings invaluable damages to the flora and fauna of the biome. ICMBio adopts strategies for the prevention of large fires which can use information on climatology to improve its accuracy. The objective of this work was to investigate the rainfall regime in the Chapada dos Veadeiros National Park region in order to establish the standard climatological years and to analyze trends in the historical series of precipitation surrounding the park. The results evidenced the significant intra and inter annual variability in rainfall totals in the region. The habitual year comprises precipitation from 1201.0mm to 1607.9mm, while rainy years comprise more than 1856.0mm and dry years, less than 977.5mm. While in the habitual year the months with the highest rainfall totals are November, December and January, in the rainy February, there is an expressive precipitation, which makes the DJF quarter more humid.

The months of greatest drought (JJA) do not change independently of the type of standard year. In the dry year there is a general fall in precipitation between the months of October and April. In this way, when the period of greater action of stable air masses enters, the vegetation already presents a high water deficit that can aggravate and fuel large fires in the region. There is no strong evidence of changes in the region's precipitation pattern over the past 50 years. Also, no direct relationship between ENSO events and precipitation was observed. However, it is possible to observe a sign that under El Niño events the mean rainfall is higher in the rainy trimesters (NDJ-DJF), while precipitation is higher under La Niña in the quarters of transition from dry to rainy months (ASO-SON-OND).

KEYWORDS: Habitual climatological year, El Niño - La Niña, Brazillian Cerrado

CARACTERIZACIÓN DEL RÉGIMEN PLUVIOMÉTRICO DE LA REGIÓN DEL PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DOS VEADEIROS (GOIÁS, BRASIL)

RESUMEN: Los incendios en áreas cerradas son comunes y son parte de la dinámica natural de este ecosistema. Sin embargo, los incendios forestales que se propagan sin control de fuentes delictivas o del mal manejo en la agricultura causan daños invaluables a la flora y fauna del bioma. ICMBio adopta las principales estrategias de prevención de incendios que pueden aprovechar la información climática para mejorar su precisión. Por lo tanto, este trabajo tuvo como objetivo investigar el régimen de lluvias en la región del Parque Nacional Chapada dos Veadeiros con el fin de establecer los años estándar climatológicos y analizar las tendencias en las series históricas de precipitación alrededor del parque. Los resultados mostraron la importante variabilidad intra e interanual en la precipitación total en la región. El año normal comprende precipitaciones de 1201.0mm a 1607.9mm, mientras que los años lluviosos comprenden más de 1856.0mm y los años secos menos de 977.5mm. Mientras que en el año normal los meses con la precipitación total más alta son noviembre, diciembre y enero, en el año lluvioso febrero tiene precipitaciones significativas, lo que hace que el trimestre DJF sea más húmedo. Los meses más secos (JJA) no cambian independientemente del tipo de año predeterminado. En el año seco hay una caída general de las precipitaciones entre octubre y abril. Por lo tanto, cuando entra el período de mayor acción de las masas de aire estables, la vegetación ya tiene un alto déficit de agua que puede agravar y alimentar grandes incendios en la región. No hay pruebas sólidas de cambios en el patrón de lluvias de la región en los últimos 50 años. Tampoco hubo relaciones directas entre los eventos ENSO y la precipitación, sin embargo, es posible ver una señal de que bajo los eventos de El Niño la precipitación promedio es mayor en los barrios lluviosos (NDE-DEF), mientras que la precipitación es mayor bajo La Niña en los trimestres de transición de meses secos a lluviosos (ASO-SON-OND).

PALABRAS CLAVE: Año climático normal, El Niño – La Niña, Cerrado.

INTRODUÇÃO

Anualmente são reportados na mídia episódios de fogo em áreas do Cerrado, os quais, por vezes, atingem centenas de milhares de hectares e se propagam sem controle por dias seguidos, impactando flora e fauna locais. Naturalmente, áreas de Cerrado são propícias à combustão, tendo o fogo, um importante papel na dinâmica dos componentes bióticos neste ecossistema, uma vez que ele pode quebrar o período de dormência de sementes, permitindo a brotagem e regeneração de espécies, sobretudo as do estrato herbáceo (COUTINHO, 1977; RAMOS-NETO e PIVELLO, 2000; MIRANDA *et al*., 2009; FIDELIS e PIVELLO, 2011). Entretanto, o fogo que se propaga de maneira descontrolada, originado de fontes criminosas ou do manuseio incorreto na agropecuária, traz prejuízos para a flora e fauna, causando a morte de espécimes e a perda de tipos vegetais de demorada regeneração, como os

buritis e as matas ripárias que são essenciais para a manutenção dos mananciais.

Em outubro de 2017 um incêndio criminoso se propagou por cerca de 60 mil hectares durante 20 dias no Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros (PNCV), localizado no estado de Goiás, segundo o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio). O combate às chamas mobilizou 400 pessoas, entre brigadistas e voluntários, além de cinco aeronaves. A queima gerou repercussão nacional e a mobilização de órgãos públicos, organizações não governamentais, sociedade civil e profissionais do meio acadêmico na busca de estratégias para minimizar a propagação de incêndios de grandes proporções no parque durante os períodos de seca.

Em encontro com pesquisadores[1] realizado em novembro de 2017 na cidade de Alto Paraíso de Goiás (GO), localizada nas intermediações do parque, foi discutida a importância do entendimento dos padrões climáticos da região como suporte para estabelecer estratégias de controle das queimadas ao longo do ano. As condições atmosféricas propícias à ocorrência de incêndios, junto à disponibilidade de combustível vegetal e fontes de ignição, são premissas para a ocorrência de incêndios no Cerrado (PRUDENTE, 2010). Durante a realização do evento foram levantadas questões a respeito do regime de precipitação local, tais quais: Qual é o padrão de precipitação na região do Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros? Como se distribui a precipitação ao longo dos anos considerados secos, chuvosos ou habituais na região? É possível observar tendência de redução das chuvas no entorno do parque ao longo dos últimos anos?

A meteorologia e as características climáticas da região podem favorecer a queima da vegetação na medida em que promovem o acúmulo anual de biomassa seca, combustível para o fogo, proporcionam a queda de raios em situação de instabilidade atmosférica, fonte natural de ignição no bioma, e influencia a propagação do fogo em função da velocidade e direção dos ventos. Ademais, a temperatura do ar condiciona a temperatura do combustível e do ambiente de combustão, interferindo na umidade do ar e a direção dos ventos.

O PNCV realiza como estratégia de prevenção de grandes incêndios o Manejo Integrado do Fogo (MIF). Queimadas controladas são realizadas em áreas estratégicas do parque no início do período seco no intuito de reduzir perímetros com alta concentração de combustíveis e criar corredores ou áreas de baixa inflamabilidade que possam conter a propagação de incêndios florestais. Essa estratégia é adota atualmente pelo ICMBio na gestão das unidades de conservação federais. Considerando-se a atual postura da equipe gestora do parque, as respostas das perguntas levantadas poderiam auxiliar na implementação do MIF, uma vez que trariam informações valiosas para o planejamento anual e mensal da prescrição de queimadas controladas.

Sendo assim, este trabalho tem como objetivo investigar o regime de chuvas na região do Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros a fim de estabelecer os anos padrão climatológicos, bem como investigar tendências na série histórica da precipitação do entorno do parque.

[1] V Encontro de Pesquisadores da Chapada Diamantina, 16 a 19/11/2017, Alto Paraíso de Goiás (GO).

ISSN: 2237-8642 (Eletrônica)

PRECIPITAÇÃO, VARIABILIDADE E OSCILAÇÃO CLIMÁTICA

A variação no comportamento dos parâmetros meteorológicos é uma característica inata do sistema climático terrestre, seja ela observada em nível local, regional ou global. A variabilidade climática pode ser entendida como a maneira pela qual os elementos climáticos variam ao longo de uma série temporal como resultado de processos internos próprios do sistema e/ou de variações em fatores externos naturais ou antropogênicos (WMO, s. d.). Alguns fenômenos apresentam fortes correlações com as variações climáticas, como a ciclicidade das manchas solares, os episódios de El Niño/Oscilação Sul (ENOS), atividade vulcânica e fenômenos astronômicos (SANT'ANA NETO, 2003). Sant'ana Neto (2003) destaca que as precipitações pluviométricas demonstram-se mais suscetíveis a tais irregularidades do que outros elementos do clima como a temperatura, por exemplo.

Na América do Sul, o fenômeno El Niño/Oscilação Sul (ENOS), junto à Oscilação Decadal do Pacífico (ODP) e às anomalias de temperatura da superfície do oceano (TSM) Atlântico, afetam a distribuição mensal e anual das chuvas, provocando anomalias positivas ou negativas de grande repercussão ambiental e social. El Niño/La Niña caracteriza-se pelo aquecimento/resfriamento das águas superficiais do oceano Pacífico Tropical Central e do Leste, que reflete em um gradiente de pressão atmosférico entre o leste deste oceano, próximo à América do Sul, e o oeste, próximo à Oceania, modificando o regime das chuvas sobre o continente. A conexão entre as oscilações na TSM do Pacífico Tropical e a circulação atmosférica, constitui o fenômeno de interação oceano-atmosfera definido como ENOS (MARENGO, 2006).

No Brasil, os impactos pluviométricos deste fenômeno são mais expressivos no Nordeste da Amazônia (tendência para secas na fase quente) e no Sul do Brasil (tendência para chuvas na fase quente), conforme observaram (LUCENA *et al*., 2011; BRITTO *et al.*, 2008; FREIRE *et al.,* 2011; GALVÍNCIO e SOUSA, 2002).

Grimm *et al.* (1998) analisou os totais mensais de precipitação de 214 estações meteorológicas no Centro-Oeste brasileiro, cujas séries abrangem pelo menos cinco eventos ENOS a fim de verificar se houve influência perceptível desse fenômeno sobre o comportamento da variável. Os autores concluíram que o impacto não é generalizado para toda a região e períodos identificados com anomalias consistentes não são, em geral, persistentes. Contudo, os autores observaram tendências anômalas, ainda que fracas, na porção meridional e setentrional da região, as quais possuem características comuns com os comportamentos que normalmente se observa nas regiões Sul e Norte do país durante os eventos ENOS.

Romero *et al.* (2013), compararam os totais pluviométricos no estado de Goiás às anomalias de TSM no Atlântico Sul de 1982 a 2006. Os autores observaram que os valores máximos e mínimos de precipitação registrados não sofreram influência forte de anomalias de temperatura no Atlântico. Sob episódios de forte anomalia da TSM, seja ela positiva ou negativa, o número de dias de chuva observado foi próximo da média do número de dias de chuva médio da série observada.

ISSN: 2237-8642 (Eletrônica)

As temperaturas da superfície do Oceano Pacífico apresentam uma configuração com variações de prazo mais longo que se assemelham aos eventos ENOS a qual é denominada Oscilação Decadal do Pacífico (ODP). A ODP também apresenta fases frias e quentes que podem perdurar de 20 a 30 anos, enquanto os ENOS variam de 6 a 18 meses (MOLION, 2005). "A fase fria é caracterizada por anomalias negativas de TSM no Pacífico Tropical e, simultaneamente, anomalias de TSM positivas no Pacífico Extratopical em ambos os hemisférios" (MOLION, 2005). As variabilidades da precipitação em diferentes regiões do Brasil não podem ser explicadas somente pela atuação dos ENOS, sendo que a configuração de outros fenômenos relacionados à TSM do Pacífico e Atlântico associadas aos ENOS pode determinar tal variabilidade.

Para as regiões Norte e Nordeste, também foram identificados indícios da influência da ODP na redução dos totais pluviométricos na Amazônia e Semiárido nordestino quando se configura a fase fria da ODP (SIQUEIRA e MOLION, 2007). Garcia (2006) estudou a relação entre as ocorrências de ENOS e ODP com o Sistema de Monções da América do Sul (SMAS) e observou um enfraquecimento (fortalecimento) do SMAS na fase negativa (positiva) da ODP. Sousa *et al.* (2010), em estudo sobre a influência da ODP na precipitação no município de Goiânia (GO), constatou uma relação direta entre a redução nos totais anuais de precipitação e na frequência de dias chuvosos durante a fase fria da ODP, assim como aumento dessas variáveis durante a sua fase quente.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para a análise climatológica da precipitação no entorno do PNCV foram utilizados os dados da estação pluviométrica de Alto Paraíso de Goiás, cidade localizada nas dependências do parque a qual contém dados mensais ininterruptos de 1969 a 2012. A estação pertence a Companhia de Recursos Minerários (CPRM) e seus dados estão disponíveis através do portal Hidroweb[2], mantido pela Agência Nacional de Águas (ANA). Como não havia dados deste posto para o período de 2013 a 2018, estes foram obtidos a partir da estação meteorológica do INMET (Código OMM: 86691) de Alto Paraíso de Goiás por meio do site Agritempo[3], a qual está localizada a 1Km da estação mantida pela CPRM (FIG.1). Os dados foram disponibilizados em formato diário e então feita a soma mensal da precipitação do período. Sendo assim, a análise compreendeu o período de 1969 a 2018, somando 50 anos de dados mensais ininterruptos de chuva. Não existem falhas na série analisada. Foi calculada a estatística descritiva mensal destes dados por meio do software Excel a fim de caracterizar a destruição média de chuvas na região.

[2] Disponível em: <http://www.snirh.gov.br/hidroweb/ >. Acesso em: jan. de 2019.
[3] Disponível em: <https://www.agritempo.gov.br/ >. Acesso em: jan. de 2019.



Figura 1 - Localização das estações pluviométrica (CPRM) e meteorológica (INMET) na cidade de Alto Paraíso de Goiás.

Foi feita uma análise de tendência da série histórica com o objetivo de observar possíveis acréscimos ou decréscimos na precipitação anual na região. Para essa análise foi utilizada uma reta de regressão linear obtida no software Excel. Em seguida foi aplicado o teste de Mann Kendall o qual consiste em um teste não paramétrico, robusto, utilizado para determinar se uma série de dados possui uma tendência temporal de alteração estatisticamente significativa (BLAIN, 2013; PINHEIRO *et al*., 2013; SALVIANO *et al*., 2016). O teste baseia-se em rejeitar ou não a hipótese nula (H_0), adotando-se um nível de significância de 0,05, ou seja, deve-se aceitar a existência de tendências na série temporal se o valor do teste for menor ou igual ao nível de significância. O cálculo do teste de Mann Kendall foi realizado por meio de uma tabela automática produzida pelo Instituto Meteorológico da Finlândia (FINNISH METEOROLOGIAL INSTITUTE, s.d.) através do programa MAKESENS (Mann-Kendall test for trend and Sen's slope estimates). A tabela foi produzida no intuito de detectar e estimar tendências em séries temporais anuais de parâmetros atmosféricos e concentração da precipitação (SALMI *et al*., 2002).

Para avaliar os dados de precipitação do ponto de vista de sua variabilidade, foi aplicado o procedimento de identificação de anos-padrão habituais e extremos (secos e chuvosos) utilizado por Monteiro (1976). Esse método calcula o coeficiente de variação anual da precipitação (CVa) em porcentagem para definir os totais pluviométricos referentes aos anos considerados normais ou não. O coeficiente é calculado a partir da seguinte fórmula:

ISSN: 2237-8642 (Eletrônica)

$$CVa = \frac{(Pa - Pm) * 100}{Pm}$$

Onde *Pa* compreende a precipitação acumulada anual e *Pm* consiste na precipitação média do período analisado (1969-2018). O resultado da equação consiste em porcentagens, classificadas conforme tabela 1.

Tabela 1 - Classificação de anos padrão

Coeficiente de variação		Anos padrão
Mínimo	**Máximo**	
-30%	Inferior a -30%	Seco
-30%	-15%	Tendente a seco
-15%	15%	Normal
15%	30%	Tendente a chuvoso
30%	Superior a 30%	Chuvoso

Para caracterizar os anos-padrão foram isolados os dados mensais de precipitação de acordo com o tipo de ano e calculada a média de precipitação. Durante o cálculo notou-se uma característica importante com relação ao comportamento das chuvas nos trimestres seco e chuvoso de acordo com cada tipo de ano padrão. O trimestre seco dava indícios de não sofrer alterações notórias. Os dados de precipitação do trimestre novembro-dezembro-janeiro e junho-julho-agosto foram então dispostos em um gráfico de dispersão que serviu ao propósito de investigar esta característica.

Foram selecionados dois anos secos (2016 e 2017) e dois anos chuvosos (2004 e 2005) para analisar mês a mês os sistemas atmosféricos que atuaram na região. A escolha partiu de episódios mais recentes de ambos os tipos de ano padrão. Para caracterizar a dinâmica de massas de ar ao longo desses anos, foram utilizadas as seguintes fontes: Climanálise (CPTEC, 2004 e 2005); Infoclima (CPTEC, s.d.), notas técnicas do INMET (INMET, 2015), Boletim Agroclimatológico Mensal (INMET 2016, 2017).

A fim de verificar possíveis relações entre os eventos El Niño Oscilação Sul (ENOS) e a série pluviométrica, foram utilizados os dados da Temperatura da Superfície do Mar (TSM) disponibilizados pelo National Oceanic and Atmospheric Administration (NOOA, s.d.). Os dados contabilizam a TSM trimestral de 1969 a 2018 e apontam os meses nos quais há a agência identifica eventos El Niño ou La Niña. Dessa forma, os dados de precipitação de Alto Paraíso de Goiás foram organizados trimestralmente a fim de compatibilizar as análises. Em seguida, foram isolados os dados trimestrais de precipitação que estavam definidos em períodos de El Niño ou La Niña. Esses foram utilizados na elaboração de gráficos de dispersão no software Excel, comparando-se as amostras de precipitação trimestral e os índices de TSM observados no intuito de constatar se havia relação entre as variáveis e qual seria a intensidade de relação entre elas. Também foi calculada a estatística descritiva dos dados de precipitação trimestral sob eventos El Niño e La Niña.

Uma hipótese da investigação era a de que em anos de El Niño a precipitação trimestral seria mais baixa do que anos de La Niña, já que a região do PNCV está mais próxima da Amazônia do que do Sul do Brasil. Para testar

ISSN: 2237-8642 (Eletrônica)

essa hipótese foram definidas nove classes de precipitação baseadas na soma trimestral dos valores de precipitação observados em anos considerados normais, a saber: 0,0mm; 50,0mm; 100,0mm; 200,0mm; 300,0mm; 400,0mm; 500,0mm; 600,0mm; 700,0mm. A partir destas classes foram calculadas as frequências de precipitação por evento El Niño e La Niña e a frequência trimestral sob estes eventos.

O CONTEXTO CLIMÁTICO REGIONAL DO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DOS VEADEIROS (PNCV)

O PNCV localiza-se no norte do estado de Goiás, a cerca de 250 km de Brasília e 450 km de Goiânia (FIG. 2). A região sofre influência de sistemas atmosféricos equatoriais e tropicais, além de considerável atuação extratropical, sendo marcante a distribuição sazonal das chuvas na qual o verão é quente e chuvoso, enquanto o inverno é seco e com temperaturas mais brandas (ALVEZ, 2009).

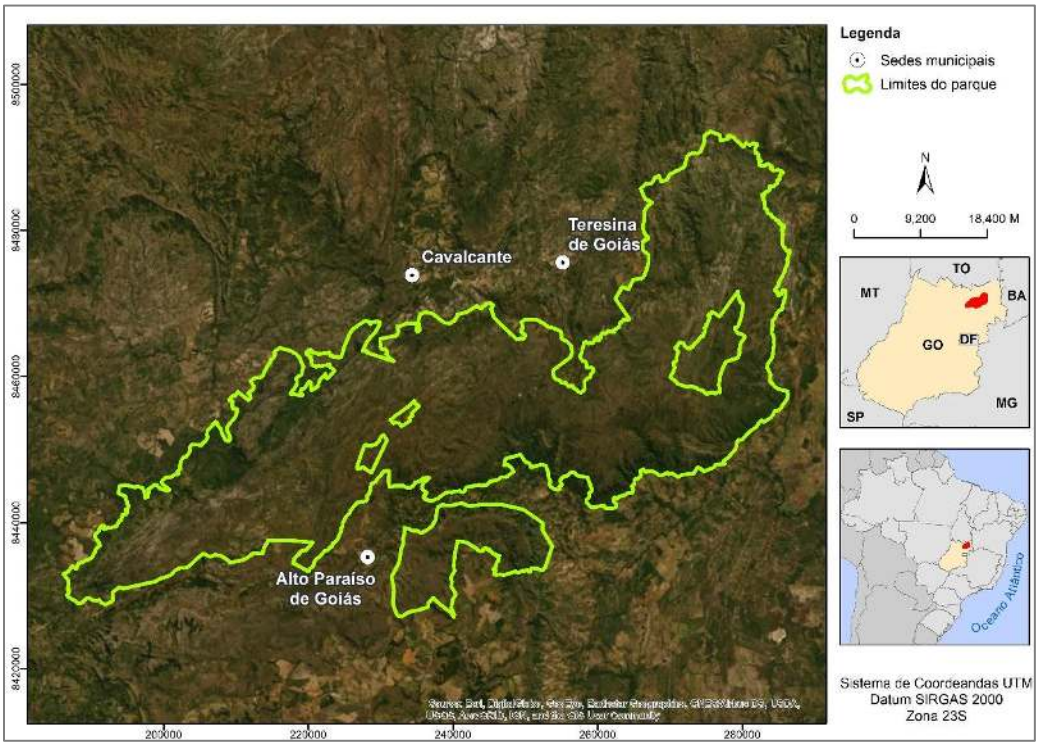

Figura 2 - Localização do Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros.

Neves (2019) identificou que a região norte do estado apresenta as médias pluviométricas mensais mais expressivas do território goiano. No entanto, o autor destaca que a média pluviométrica próxima ao PN da Chapada dos Veadeiros para os quarenta e um anos analisados (1975-2015) é modesta considerando-se uma compartimentação geomorfológica que supera os 1800 metros de altitude, condição que o autor associa à baixa latitude em que se localiza o parque. No entanto, Novais (2019) reconhece a importância do fator geomorfológico no entorno do parque ao individualizar na região uma unidade climática influenciada pelo resfriamento adiabático provocado pelas maiores elevações na região, bem como a influência dessas sobre a precipitação,

ISSN: 2237-8642 (Eletrônica)

classificando a área como de clima semiúmido (4 a 5 meses secos), enquanto as áreas mais rebaixadas do estado compreendem o clima semisseco (6 a 7 meses secos).

No estado de Goiás a estação seca compreende o período de maio a setembro, enquanto os meses de novembro a março acumulam maior precipitação (COSTA *et al*., 2012). Os meses de outubro e abril consistem em transição entre as estações. Costa *et al*. (2012) observaram que nos meses chuvosos a precipitação média acumulada do período pode variar de 1.100mm, na região sul do estado, até 2.300mm, na região norte do mesmo, enquanto nos meses secos a variação é de 100 a 400mm, em um padrão inverso de distribuição na qual a região sul do estado recebe maior umidade.

Tal comportamento sazonal das chuvas se explica pela atuação alternada de centros de baixa pressão continentais, origem das massas de ar equatorial continental (mEc) e tropical continental (mTc), e centros de alta pressão marítimos de onde partem as massas tropical atlântica (mTa) e polar atlântica (mPa). Durante o verão, a elevada intensidade da radiação sobre o hemisfério Sul resulta no aquecimento pronunciado da superfície continental em relação aos oceanos, condicionando a expansão da zona de baixa pressão amazônica para o Centro-Oeste do país facilitando o desenvolvimento de núcleos de convectivos que culminam em precipitação intensa na região no entorno do PNCV.

As frentes frias (FF), que se formam na região Sul do país e avançam em direção ao Sudeste, geram ondulações na atmosfera que podem repercutir em instabilidades atmosféricas no estado de Goiás as quais se manifestam com as linhas de instabilidades (LI). No entanto, o principal sistema atmosférico responsável pelos elevados totais pluviométricos no verão no estado é a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS). A ZCAS é formada pela associação entre as frentes frias e a convecção tropical proveniente da região amazônica, gerando chuvas contínuas que podem durar até sete dias (ABREU, 1998). O sistema apresenta uma banda de nebulosidade de orientação noroeste-sudeste que se organiza da região Sudeste ao Norte do Brasil.

Durante o verão, a zona de baixa pressão associada a depressão do Chaco se expande permitindo a atuação da mTc na região Centro-oeste do país. Embora seja uma massa de ar de baixa pressão, sua característica continental resulta em períodos de quatro dias a algumas semanas com elevadas temperaturas e estiagem em pleno verão, períodos denominados de "veranicos" (NASCIMENTO, 2016). Segundo Assad *et al.* (1993) esse fenômeno é comum no bioma Cerrado. Os autores constataram que na região centro-sul do estado de Goiás os veranicos são frequentes entre os meses de janeiro e fevereiro, sendo que esse último mês apresenta eventos de longa duração, o que explica a queda da precipitação média observada nesses meses em comparação à novembro e dezembro.

No inverno, quando há o resfriamento da superfície continental e a potencialização de sistemas de alta pressão atuando sobre o continente, a mTa se fortalece e estende sua atuação sobre o país repercutindo em tempo estável, céu claro e baixa umidade na região da Chapada dos Veadeiros (NASCIMENTO, 2016). A mPa também é fortalecida pela queda das temperaturas continentais e pelo recuo da mEc para porção noroeste da bacia amazônica, avançando em sentido SW-NE pelo sul do país e atingindo a região, que registra nessas

ISSN: 2237-8642 (Eletrônica)

ocasiões queda da temperatura. O avanço da mPa é acompanhando pela passagem das frentes frias, responsáveis por precipitações ocasionais nos meses de inverno.

PRECIPITAÇÃO PADRÃO NO ENTORNO DO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DOS VEADEIROS

Considerando-se os últimos 50 anos (1969-2018), a região de Alto Paraíso de Goiás registrou precipitação média de 1.409,2mm. Os maiores índices pluviométricos foram observados nos meses de novembro, dezembro e janeiro, que, juntos, são responsáveis por 49,6% da precipitação anual (FIG. 3a). Observando-se o balanço hídrico do município de Posse (GO), localizada a cerca de 90km de Alto Paraíso, nota-se que este compõe um período de excedente hídrico na região (FIG. 3b). Já os meses de junho, julho e agosto registram as menores precipitações mensais, acumulando 12,7mm neste período, ou seja, 0,9% do observado no ano, marcando um período de 5 meses consecutivos de déficit hídrico na região. Os meses de abril e outubro consistem em períodos de transição entre a estação chuvosa (novembro a março) e a estação seca (maio a setembro).

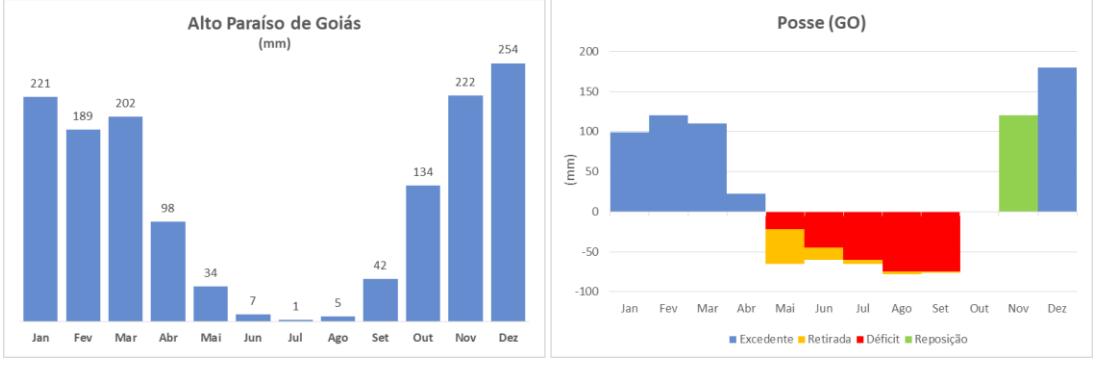

Figura 3 - (a) Distribuição anual da precipitação em Alto Paraíso de Goiás e (b) balanço hídrico de Posse (GO).

Aplicando-se o cálculo do coeficiente de variação anual da precipitação para o período de 1969 a 2018, obteve-se 29 anos considerados normais de acordo com a distribuição de precipitação anual da região, 12 anos chuvosos ou tendentes a chuvosos e 9 anos secos ou tendentes a secos (FIG. 4).

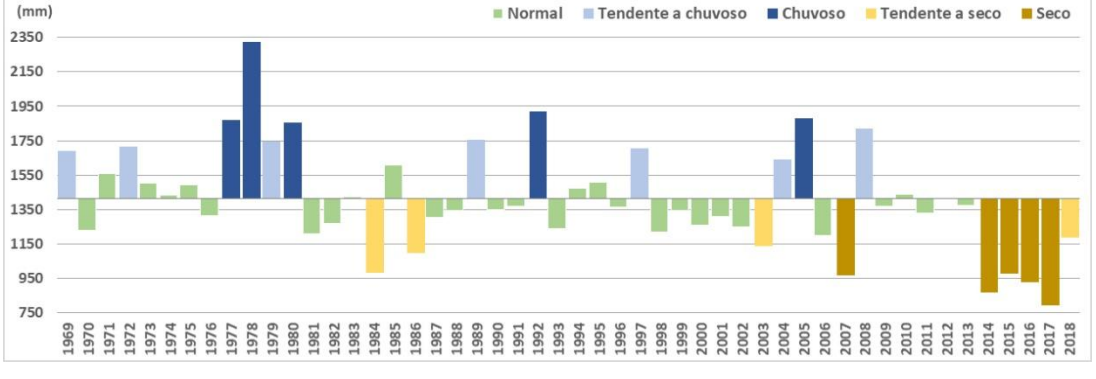

Figura 4 - Distribuição de anos padrão de 1969-2018 em Alto Paraíso de Goiás.

ISSN: 2237-8642 (Eletrônica)

O ano normal compreende precipitação entre 1201 e 1607,9mm. Os anos secos apresentam precipitação inferior à 977,5mm, enquanto nos anos chuvosos ela é superior à 1856mm (TAB. 2).

Tabela 2 - Precipitação mínima e máxima por tipo de ano padrão

Precipitação	Seco	Normal Seco	Normal	Normal Chuvoso	Chuvoso
Mínima	792.0	984.2	1200.9	1641.0	1855.7
Máxima	977.5	1188.0	1607.9	1819.7	2323.4

Os anos habituais apresentam o início das chuvas no mês de outubro com progressivo aumento dos índices pluviométricos até o mês de janeiro (FIG. 5). Em fevereiro há uma queda nos índices, que voltam a subir em março. Após esse mês, a queda é contínua até julho, a partir do qual há um leve aumento na precipitação até o início da estação chuvosa.

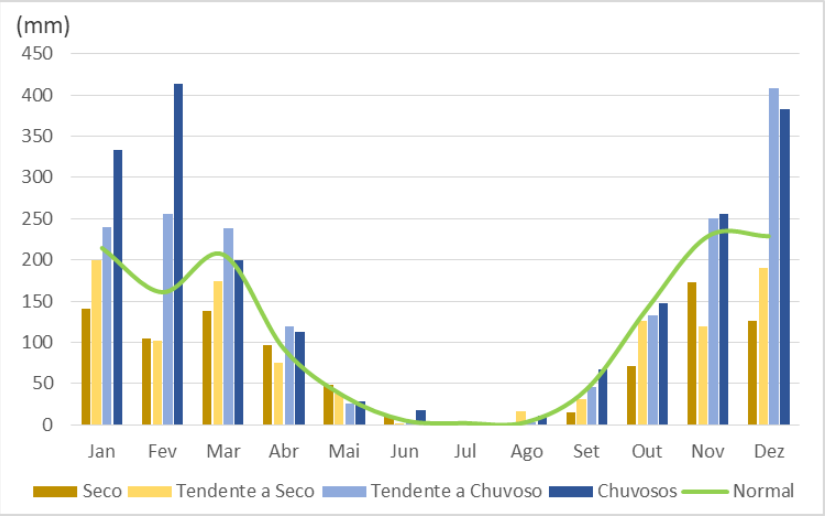

Figura 5 - Precipitação média mensal por tipo de ano padrão.

Nos anos secos ou tendenciosos a seca, todos os meses da estação chuvosa apresentam queda nos índices de precipitação, com destaque para outubro, atrasando o início das chuvas. Dezembro e janeiro têm a precipitação média reduzida em até 100mm prejudicando o abastecimento de água no solo e intensificando a formação de vegetação seca, combustível para as queimadas.

Nos anos chuvosos há um aumento significativo da precipitação no mês de dezembro e janeiro, superando em até 153mm, comparando-se aos anos normais. No entanto, o que mais se destaca é o mês de fevereiro que apresenta uma precipitação de 253mm acima do habitual superando, inclusive, a precipitação total acumulada dos demais meses chuvosos (FIG. 5). Já a média de precipitação nos meses habitualmente secos (março a setembro) não se modifica.

É interessante observar o quanto há variabilidades no regime pluviométrico da região. O desvio padrão da amostra da precipitação mensal é de 120mm, variando de 5 a 140mm ao longo do ano (TAB. 3). Os meses de

ISSN: 2237-8642 (Eletrônica)

dezembro, janeiro e fevereiro são os de maior desvio, mais uma prova de que as características de anos padrão seco ou chuvoso relacionam-se diretamente com o comportamento das chuvas de verão, enquanto nos demais meses o desvio padrão das chuvas é inferior a 85mm.

Tabela 3 - Estatística descritiva da precipitação média mensal de 1969-2018

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Ano
Média	221	189	202	98	34	7	1	5	42	134	222	254	1409
Mediana	192	159	206	89	28	0	0	0	34	126	213	242	1369
Desvio-padrão	99	124	85	52	29	15	5	9	41	69	78	140	302
Amplitude	435	606	447	263	133	71	25	40	150	355	314	762	1531
Mínimo	34	16	39	8	0	0	0	0	0	17	82	10	792
Máximo	469	622	486	271	133	71	25	40	150	372	396	772	2323

Fica claro, se observada a distribuição de chuvas nos trimestres chuvoso e seco por tipo de ano padrão, que o trimestre seco tem um comportamento pouco variável (FIG. 6). Portanto, sendo ano chuvoso ou seco, há pouca alteração no perfil de precipitação nesses meses. Já no trimestre chuvoso a variação é expressiva.

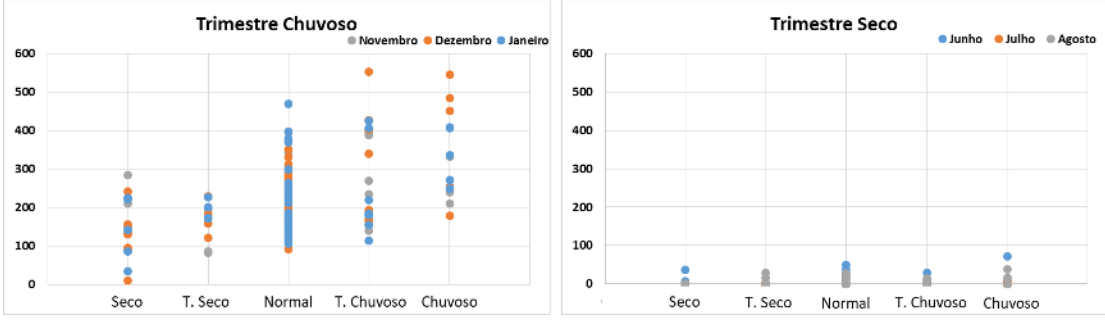

Figura 6 - Gráficos de dispersão dos valores de precipitação observados em relação aos tipos de anos padrão nos trimestres chuvoso e seco.

VARIABILIDADE E TENDÊNCIA DA PRECIPITAÇÃO NO ENTORNO DO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DOS VEADEIROS

A variabilidade na distribuição anual das chuvas na região é marcante, sendo o desvio padrão da amostra de 301,5mm. A linha de tendência da série (FIG. 7), embora apresente uma leve direção decrescente, revela um coeficiente de correlação muito baixo, de 0,18. Os anos de 2014 a 2017 apresentaram uma queda significativa na precipitação, em função da pouca atuação da ZCAS no verão (Boletim Agroclimatológico Mensal do INMET), o que determinou a linha decrescente de tendência.

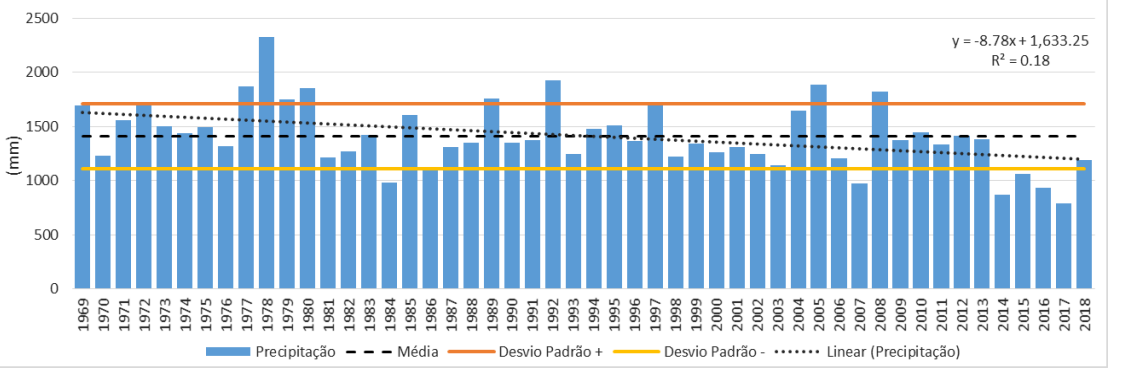

Figura 7 - Precipitação de 1969-2018 em Alto Paraíso de Goiás.

A série apresenta diversos períodos de três a quatro anos consecutivos de queda nos índices pluviométricos (1972-1974; 2001-2003; 2005-2007; 2012-2014; 2015-2017). Também é visível a existência de períodos intercalados de três a quatro anos consecutivos de aumento da precipitação (1970-1972; 1976-1978; 1981-1983; 1986-1989; 1993-1995; 2003-2005), o que indica a variabilidade natural deste elemento climático corroborada pela aplicação do teste de Mann-Kendal. O teste estatístico apontou que não há tendência significativa de acréscimo ou decréscimo de precipitação considerando-se os últimos 49 anos em Alto Paraíso de Goiás (TAB. 4). Avaliando-se os trimestres seco (JJA) e chuvoso (NDJ), também não foram observadas tendências.

Tabela 4 - Resultados do teste de Man-Kendall para a precipitação (1969-2018)

Série	Ano inicial	Ano final	Teste Z
Anual			-2,72
Trimestre seco	1969	2018	-2,78
Trimestre chuvoso			-0,57

Comparando-se a precipitação acumulada por trimestre com os índices de TSM trimestrais, não é possível observar uma relação clara e direta entre as fases positivas e negativas de ENOS e o aumento ou redução da precipitação trimestral. No entanto é possível fazer alguns apontamentos.

Avaliando-se a média trimestral de precipitação em Alto Paraíso de Goiás sob eventos de El Niño e La Niña, observa-se que esta é superior na fase quente do ENOS, em relação à fase fria, entre os trimestres de NDJ e JAS. A média de precipitação sob eventos de La Niña somente supera a média sob El Niño entre ASO e OND, porém só o trimestre SON apresenta uma diferença de médias de precipitação que supera 50mm (TAB. 5).

ISSN: 2237-8642 (Eletrônica)

Tabela 5 - Resumo estatístico dos dados trimestrais de precipitação sob ENOS

Estatística descritiva												
El Nino	DJF	JFM	FMA	MAM	AMJ	MJJ	JJA	JAS	ASO	SON	OND	NDJ
Média	771	648	475	352	149	39	7	44	161	341	589	731
Mediana	699	625	499	349	147	27	2	37	133	338	528	681
Desvio padrão	327	186	84	105	75	44	11	38	74	100	224	268
Amplitude	1356	636	271	325	274	134	29	117	267	306	830	947
Mínimo	217	393	280	175	41	0	0	0	40	198	219	244
Máximo	1573	1029	551	500	315	134	29	117	306	503	1049	1191

La nina	DJF	JFM	FMA	MAM	AMJ	MJJ	JJA	JAS	ASO	SON	OND	NDJ
Média	579	568	481	314	121	25	6	32	181	400	591	627
Mediana	553	568	483	303	121	27	0	39	181	374	595	636
Desvio padrão	132	122	105	111	65	21	8	29	91	116	168	168
Amplitude	450	393	422	358	191	57	25	76	358	380	515	688
Mínimo	367	383	322	159	21	0	0	0	77	260	336	264
Máximo	817	777	745	517	211	57	25	76	435	640	851	952

É possível observar ainda que o desvio padrão das amostras de El Niño superam os de La Niña na maioria dos trimestres e quando ocorre o contrário (FMA-MAM-ASO-SON), a diferença entre os desvios não passa de 21mm. Portanto, a precipitação é mais variável sob El Niño, sobretudo nos trimestres chuvosos, o que fica evidente ainda pelos valores de precipitação mínima e máxima trimestral sobre cada tipo de evento.

Na figura 8, é possível observar que a frequência de precipitação por classes não indica uma relação direta entre os eventos e a distribuição de chuvas. A maior frequência de precipitações entre zero e 100mm em anos de La Niña pode ser justificada pelo fato de ter ocorrido um maior número de eventos La Niña em trimestres secos (37 trimestres) do que eventos El Niño (27 trimestres), sendo habitual da região que nos meses secos a precipitação esteja abaixo deste patamar.

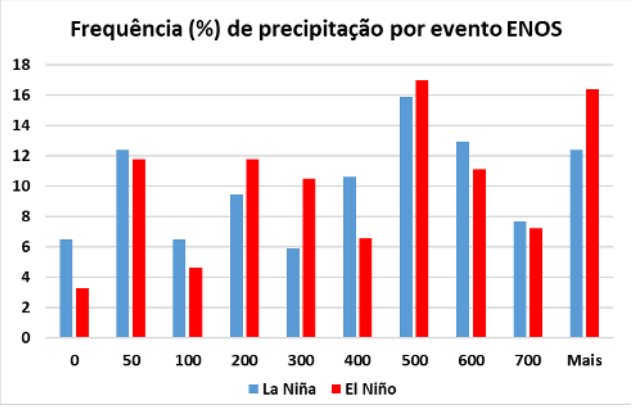

Figura 8 - Frequência de precipitação trimestral sob eventos El Niño e La Niña.

Considerando-se a distribuição de frequência de classes de precipitação por trimestre, a sequência NDJ, os meses mais chuvosos da região, apresenta um padrão semelhante entre as fases positiva e negativa do ENOS, porém com um leve aumento da frequência de precipitação sob El Niño (FIG. 9). Já em DJF, este aumento ocorre apenas na classe acima de 700mm de maneira expressiva, o que indica precipitações intensas neste trimestre sob o ENOS. Nos demais trimestres não há um padrão claro de divergência entre as fases opostas do ENOS, exceto no trimestre SON, quando há uma inversão na participação,

ISSN: 2237-8642 (Eletrônica)

sendo que La Niña apresenta classes de precipitação mais altas, em um trimestre no qual há a transição para os meses chuvosos de verão.

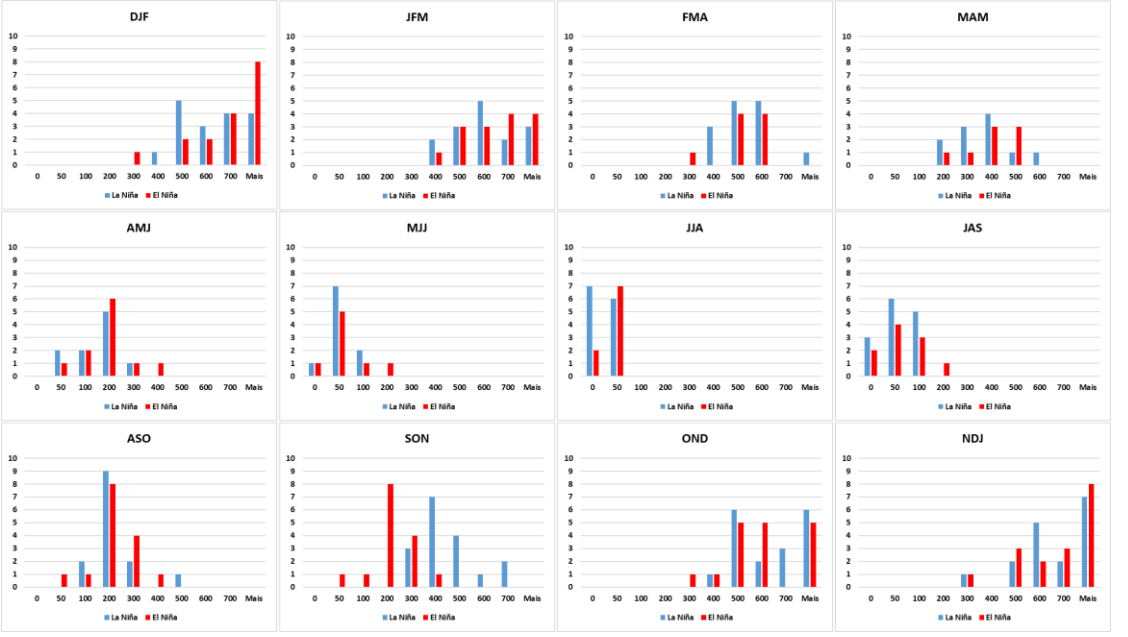

Figura 9 - Frequência (%) de precipitação por trimestre sob eventos El Niño e La Niña.

Observando-se a dispersão dos dados de precipitação em comparação com os desvios de TSM, fica novamente visível um leve aumento da precipitação quando há padrões de anomalias positivas de TSM em DJF e NDJ, porém uma estabilidade nos trimestres secos e um leve aumento das precipitações nos trimestres ASO, SON e OND sob La Niña (FIG. 10).

ISSN: 2237-8642 (Eletrônica)

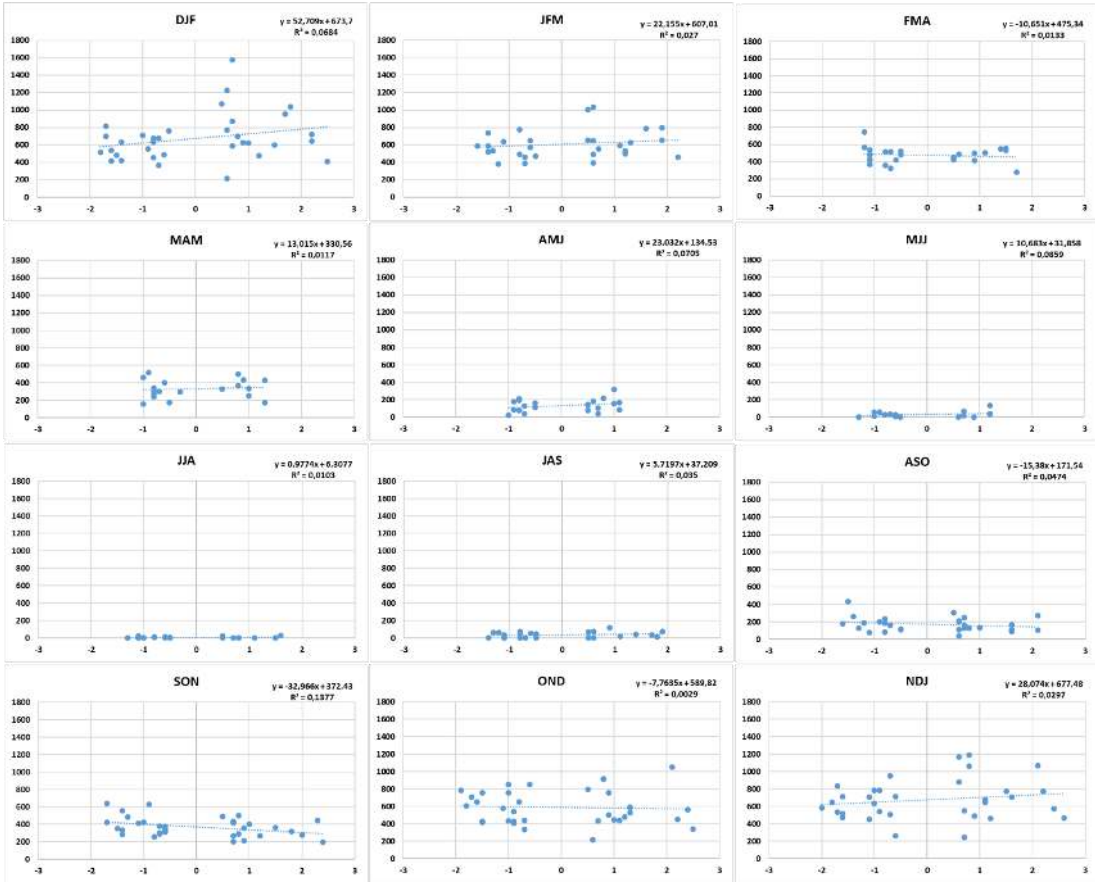

Figura 10 - Gráficos de dispersão dos dados de precipitação e TSM por trimestre.

ANÁLISE DOS ANOS PADRÃO SECOS E CHUCOSOS

A seguir serão apresentados os dados e análises referentes aos sistemas atmosféricos atuantes ao longo dos anos padrões secos e chuvosos selecionados ao longo da série de dados adotada neste estudo.

ANOS CHUVOSOS DE 2004 E 2005

Em 2004 o ano começou com registros de chuva acima da normal climatológica no estado de Goiás em função da atuação de três episódios de ZCAS ao longo do mês de janeiro. O segundo episódio desse fenômeno apresentou maior duração e teve uma distribuição atípica, com a banda de nebulosidade cobrindo toda a Região Nordeste e boa parte das Regiões Norte, Centro-Oeste e Sudeste com uma atuação semi-estacionária, devido à influência de um cavado em altos níveis sobre o Oceano Atlântico, próximo ao litoral do Nordeste (CPTEC, 2004). A Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) esteve ao sul da sua posição climatológica favorecendo o deslocamento para leste da circulação de verão sobre a América do Sul, com anomalia anticiclônica sobre o oeste da Região Nordeste e ciclônica sobre o Oceano Atlântico Tropical, próximo ao Nordeste do Brasil, configuração que compreende o padrão estacionário dos VCAN's sobre o Oceano Atlântico (CPTEC 2004, s.d.). Em Alto Paraíso de Goiás

ISSN: 2237-8642 (Eletrônica)

choveu 425mm em janeiro, 210mm a mais do que o esperado em um ano normal.

Em fevereiro, outros dois episódios de ZCAS se configuraram favorecendo as chuvas no estado de Goiás. No entorno do parque choveu 371mm, 210mm a mais do que o esperado (161mm). Em março, a ZCIT esteve mais uma vez ficou abaixo de sua posição climatológica, favorecendo a precipitação nas áreas ao norte da região Centro-Oeste. O aquecimento da atmosfera junto à umidade disponível gerou chuvas convectivas localizadas (CPTEC 2004, s.d.). A precipitação em Alto Paraíso ficou próxima da esperada excedendo em 32mm a média do mês. No mês de abril a atuação de cinco frentes frias no sudeste e sul refletiram em precipitação no Centro-oeste, com um total de 161mm de chuvas próximo ao parque, 69mm a mais do que o esperado para o mês em um ano normal.

O posicionamento ao norte da ZCIT no mês de maio, reduzindo as convecções continentais, deu lugar a atuação do Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul que atuou com força sobre o continente até o mês de setembro, garantindo tempo firme em todo o estado de Goiás. Em Alto Paraíso o mês de maio apresentou 12mm de chuvas, enquanto em junho a setembro não houve precipitação.

No mês de outubro as chuvas estiveram associadas ao avanço dos sistemas frontais e ao desenvolvimento de Complexos Convectivos de Mesoescala (CCM's) no sul da Região. Embora as chuvas tivessem melhor regularidade, os totais pluviométricos não foram expressivos, ficando, inclusive, abaixo do esperado, condição permanente no mês de novembro quando se registrou 90mm a menos do que o ano normal. Em dezembro houve a configuração de dois episódios de ZCAS que trouxeram 165 mm de chuva para a região do parque, 64mm a menos do que o esperado (229mm). Contudo, o acumulado de chuvas no ano alcançou 1641mm, 279mm a mais do que a média de um ano normal.

O ano de 2005 iniciou-se com chuvas intensas provocadas pela formação de três episódios de ZCAS, além da convecção diurna e os aglomerados de nuvens (CPTEC, 2005). Apesar da atividade intensa de sistemas atmosféricos de baixa pressão, foi registrado apenas 35mm acima do esperado (215mm). Em fevereiro cinco sistemas frontais atuaram no país e a configuração de dois episódios de ZCAS. Em Alto Paraíso choveu 359mm neste mês, 198 a mais que o esperado.

O mês de março foi marcado pela passagem de seis frentes frias pelo sul e sudeste do Brasil que repercutiram em áreas de instabilidade no Centro-Oeste, além da advecção de calor e umidade atmosférica, resultando em um total de 420mm de chuva, 214mm a mais do que o esperado em um ano normal. Entre janeiro e março foram registrados 412mm de chuva a mais do que o esperado na região.

A partir da segunda metade do mês de abril, na faixa central do País, a convecção foi fraca e a pouca nebulosidade decorreu da atuação de sistemas de alta pressão (CPTEC s.d.). A precipitação foi bem próxima da climatologia (85mm quando o esperado era de 92mm). Já entre maio e agosto a precipitação esteve dentro da normalidade.

ISSN: 2237-8642 (Eletrônica)

Em setembro houve a formação de seis sistemas frontais que atuaram sobre o Sul, Sudeste e em parte sobre o Centro-Oeste, contribuindo para a convecção sobre esta região, gerando um saldo positivo de 47 mm de precipitação em Alto Paraíso (CPTEC, s.d.). Na segunda quinzena de outubro as chuvas estiveram associadas, principalmente, à atuação dos sistemas frontais que garantiram precipitação próxima a esperada para o mês (125mm observado, 142mm esperado).

No mês de novembro houve a ocorrência de sete frentes frias, estando três delas associadas à formação de ZCAS, totalizando 16 dias de chuvas durante o mês (CPTEC, 2005, s.d.). Os episódios foram responsáveis por um saldo positivo de 102mm de precipitação nesse mês se comparado ao esperado (229mm). Em dezembro houve o avanço de seis frentes, sendo que duas resultaram em ZCAS. A precipitação observada foi de 179mm, 50mm a menos do que o esperado. Apesar disso, o total anual de chuvas foi de 1881mm, 518mm a mais do que a média do ano normal.

A partir do trimestre JJA de 2004 até JFM de 2005 a TSM esteve acima de 0,5, configurando-se um episódio de El Niño na região. Não houve TSM abaixo de -0,5 neste período de dois anos.

ANOS SECOS DE 2016 E 2017

O ano de 2016 iniciou-se em um contexto de deficiência hídrica, uma vez que os anos de 2014 e 2015 já apresentavam totais pluviométricos baixos (871 e 977mm, respectivamente). Desde o trimestre OND de 2014, configurava-se um El Niño com índices de TSM chegando em seu máximo a 2,6 em dezembro de 2015. Este episódio permaneceu, perdendo intensidade, até o trimestre AMJ de 2016. A partir do trimestre JAS configurou-se La Niña com a TSM atingindo até -0,7 (NOOA, s.d.).

Em janeiro de 2016, a atuação de vórtices ciclônicos de altos níveis próximo à costa da região Nordeste, associados à formação de uma ZCAS e à atuação de áreas de instabilidade ocasionadas pela Alta da Bolívia (calor e alta umidade) contribuíram para a ocorrência de precipitação acima das normais na maior parte do estado de Goiás (INMET, 2016). Em Alto Paraíso a precipitação alcançou o esperado para o mês, se comparada à média observada no ano normal (215mm), superando-a em 9 mm (224mm). Já em fevereiro, embora tenha registrado instabilidades ocasionadas pela Alta da Bolívia, pela atuação de uma Zona de Convergência de Umidade (ZCOU) e três Frentes Frias, a influência desses sistemas sobre o norte do estado de Goiás foi pequena, retendo-se ao sul do estado e norte do Mato Grosso (CEPTEC, s.d.; INMET, 2016). Assim, observou-se precipitação de 131mm a menos do que a esperada para o mês (161mm), tendo havido apenas 30mm de chuvas causadas principalmente por instabilidades locais.

Entre o final de fevereiro e meados de março, também se configuraram episódios mais fracos de ZCAS que atuaram sobre a região do parque, junto a instabilidades associadas à Alta da Bolívia. A formação desses sistemas, em conjunto com a atuação de vórtices ciclônicos em altos níveis da atmosfera, resultou no aumento dos totais pluviométricos em parte das Regiões Nordeste, Sudeste e Centro-Oeste do Brasil, regularizando as chuvas no entorno do parque que registrou 1mm acima do total esperado para Março (207mm)

ISSN: 2237-8642 (Eletrônica)

(CEPTEC, s.d.; INMET, 2016). Já em abril o posicionamento de vórtices ciclônicos em altos níveis da atmosfera, contribuiu para a persistência das condições de déficit pluviométrico na maior parte do Brasil. Em Alto Paraíso choveu 42mm quando o esperado para o mês em um ano normal eram 92mm.

No mês de maio não choveu no entorno do parque. Embora fosse esperada baixa precipitação para a região (34mm), o fato de já haver um déficit elevado em abril (-55mm de chuva), iniciou a estação seca mais cedo do que o esperado.

No mês de junho, áreas de instabilidade geradas pelo avanço de frentes na região sudeste provocaram 37mm de precipitação no entorno do parque, 32mm a mais do que o esperado. Esse pequeno excedente, no entanto, não alterou o perfil de tempo seco no restante da estação (até setembro). Em outubro de 2016 observou-se a formação de áreas de instabilidade e a atuação de um sistema frontal sobre o Centro-Oeste que influenciaram as condições de tempo na região, ocasionando em precipitação próxima da normal climatológica em quase toda a região. Contudo, no norte de Goiás, a precipitação ficou 36mm abaixo do esperado para o mês (142mm). Embora o total deficitário não seja expressivo, a persistência de tempo estável durante parte do mês de novembro gerou um saldo negativo de 88 mm, iniciando o período chuvoso com um saldo negativo acumulado de precipitação de mais de 100mm. Nesse mês, as chuvas foram provocadas por instabilidades localizadas e pelo avanço de duas frentes de frias.

A ausência de episódios bem configurados de ZCAS até meados de dezembro, resultou em um total pluviométrico de 96mm em Alto Paraíso, 133mm a menos do que o esperado para o mês. Assim, o ano de 2016 registrou um déficit de 432mm de precipitação se comparado aos totais pluviométricos de um ano normal (1362mm).

Janeiro de 2017 esteve entre o mês de janeiro mais seco registrado na história em diversas regiões do Centro-Oeste (INMET, 2017; CPTEC, s.d.). Em Alto Paraíso foi registrado o total de apenas 34mm de precipitação neste mês, quadro consistente com a condição de chuvas localizadas.

Em fevereiro, embora tenha ocorrido áreas de instabilidade pela influência de uma frente fria que atingiu o sul do Mato Grosso, as condições meteorológicas do norte de Goiás foram afetadas basicamente por instabilidades ocasionadas pelo calor e umidade responsáveis por um total de 16 mm, 145mm a menos do que o esperado para o mês. Em março permaneceram as mesmas condições de baixa precipitação (39mm) pela configuração da Alta da Bolívia associada ao VCAN, totalizando um saldo negativo de precipitação, se comparado ao esperado, de 493mm de janeiro a março (INMET, 2017; CPTEC, s.d.).

Em Abril, a precipitação registrada foi de 88mm, próxima da esperada (92mm), influenciada por instabilidades geradas pela passagem de frentes frias na região Sudeste e no Mato Grosso. Em maio, a região norte do estado de Goiás apresentou anomalias positivas de precipitação relacionadas a áreas de instabilidade geradas pela interação entre o calor e a umidade disponível na atmosfera. Houve um total de 74mm de chuvas, quando o esperado era de 35mm.

ISSN: 2237-8642 (Eletrônica)

Nos meses de junho a agosto não foi registrada precipitação em Alto Paraíso de Goiás, o que está associado à posição do ASAS sobre o continente e a intensificação de sua circulação ao longo desses meses, formando um bloqueio atmosférico que, associado a distúrbios ondulatórios de leste em áreas oceânicas adjacentes à costa leste do Nordeste, especialmente na primeira quinzena de setembro, favoreceu tanto a continuidade das chuvas acima da média histórica entre o litoral sul de Pernambuco e o leste da Bahia quanto a escassez das chuvas no Centro-oeste e sul do Brasil. Neste mesmo período, houve considerável aumento das temperaturas máximas no centro-sul do Brasil.

Em outubro, mês em que ocorreu um grande incêndio no PN da Chapada dos Veadeiros, persistiu a predominância de chuvas abaixo da média histórica em boa parte da região Centro-Oeste. Essas anomalias negativas de precipitação estiveram associadas à persistência da condição de bloqueio atmosférico mencionada no mês anterior concomitantemente com a ausência de episódios de ZCAS e, portanto, com o atraso do início do período chuvoso na região central do país (CPTEC, s.d.). No entorno do parque, choveu apenas 17mm, 125mm a menos do que o esperado durante o mês, chuva registrada a partir do dia 27, contribuindo para o fim do incêndio.

Em novembro houve uma mudança nas condições de bloqueio atmosférico sobre o Hemisfério Sul que favoreceu o estabelecimento do período chuvoso na grande área central do Brasil (INMET, 2017; CPTEC, s.d.). Nesse mesmo período, houve a formação de episódios de ZCAS que se estenderam para dezembro e que propiciaram a ocorrência de chuvas acima da média histórica, principalmente nas regiões Sudeste e Centro-Oeste do Brasil. Em novembro houve 54mm acima do esperado em Alto Paraíso de Goiás, enquanto em dezembro o excedente foi menor, (241mm de 229mm esperados).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os dados pluviométricos de Alto Paraíso de Goiás demonstraram que a região possui um perfil sazonal de precipitação bem marcado, com o trimestre mais chuvoso (NDJ) sendo responsável por quase 50% do total de chuvas anual, enquanto o trimestre seco (JJA) responde por menos de 1%. A variabilidade anual da precipitação é marcante, com um desvio padrão da precipitação anual de 301,5mm, e uma amplitude de precipitação mínima (792mm em 2017) e máxima (2323,4mm em 1978) observada de 1531,4mm. Ao longo do ano a precipitação alcança uma amplitude média mensal de 256 mm (257mm em dezembro e 1mm em julho).

Não há evidencias fortes de mudanças no padrão de precipitação da região. Muito há que se investigar ainda sobre a relação da precipitação nos meses de verão e a repercussão da TSM e eventos ENOS na região do PN da Chapada dos Veadeiros. Nesta primeira aproximação, não foram observadas relações diretas entre eventos ENOS e a precipitação. Porém, é possível observar um sinal de que sob eventos El Niño a precipitação média é maior nos trimestres chuvosos (NDJ e DJF) em mais de 100mm. Nos trimestres secos a média pluviométrica não apresenta grande diferença entre as fases opostas do ENOS. Nos trimestres de transição dos meses secos para os chuvosos (ASO, SON e OND) foi observada precipitação média maior sob La Niña, embora neste caso a diferença para o El Niño não ultrapasse 50mm.

ISSN: 2237-8642 (Eletrônica)

O ano normal compreende precipitação de 1201,0mm a 1607,9mm, enquanto anos chuvosos compreendem mais de 1856,0mm e anos secos, menos de 977,5mm. Enquanto no ano normal os meses com os maiores totais pluviométricos são novembro, dezembro e janeiro, no ano chuvoso fevereiro passa a ter precipitação expressiva, o que torna o trimestre DJF mais úmido. A elevação na precipitação de fevereiro pode estar associada à menor atuação da mTc, reduzindo períodos de veranico típicos na região.

No ano seco há uma queda geral da precipitação entre os meses de outubro e abril. Dessa forma, quando se adentra o período de maior atuação de massas de ar estáveis, a vegetação já apresenta um déficit hídrico elevado que pode agravar e alimentar grandes incêndios na região. O conhecimento a respeito dos padrões climatológicos levantados neste trabalho podem beneficiar o planejamento do Manejo Integrado do Fogo, uma vez que, observando-se totais pluviométricos abaixo do esperado para o ano normal ou chuvoso, pode-se adiantar as queimas controladas, já se prevendo um ano de déficits na região.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, M. L. Climatologia da estação chuvosa de Minas Gerais: de Nimer (1977) à Zona de Convergência do Atlântico Sul. *Geonomos,* v. 6, n. 2, p. 17-22, 1998.

ALVEZ, M. O clima da região Centro-Oeste. In: CAVALCANTI, I. F. A.; FERREIRA, N. J.; SILVA, M. G. A.; DIAS, M. A. F. S. (org.) *Tempo e clima no Brasil*. Oficina de Textos: 2009.

ASSAD, E. D.; SANO, E. E.; MASUTOMO, R.; CASTRO, L. H. R.; SILVA, F. A. M. Veranicos na região dos cerrados brasileiros frequência e probabilidade de ocorrência. *Pesquisa Agropecuária*, v. 28, n. 9, p. 994-1003, 1993.

BLAIN, G. C. The Mann-Kendall test: the need to consider the interaction between serial correlation and trend. *Acta Scientiarum*, Agronomy, v. 35, n. 4, p. 393-402, 2013.

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, 2008.

CENTRO DE PREVISÃO DE TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTICOS - CPTEC. Boletim Climanálise, volumes 19, 2004. S.d. Disponível em: < http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/#>. Acesso em: maio de 2018.

CENTRO DE PREVISÃO DE TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTICOS - CPTEC. Boletim de Monitoramento e Análise Climática - Climanálise, volume 20, 2005. Disponível em: < http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/pdf/pdf05/abr05.pdf>. Acesso em: maio de 2018.

CENTRO DE PREVISÃO DE TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTICOS - CPTEC. INFOCLIMA. S.d. Disponível em: < http://infoclima1.cptec.inpe.br/>. Acesso em: maio de 2018.

COSTA, H. C.; MARCUZZO, F. F. N.; FERREIRA, O. M.; ANDRADE, L. R. Espacialização e Sazonalidade da precipitação pluviométrica do estado de Goiás e Distrito Federal. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 1, p. 87-100, 2012.

COUTINHO, L.M. Aspectos Ecológicos do Fogo no Cerrado. II - As Queimadas e a Dispersão de Sementes em Algumas Espécies Anemocóricas do Estrato Herbáceo-Subarbustivo. *Boletim de Botânica*, v. 5, p. 57-63, 1977.

FIDELLIS, A.; PIVELLO, V. R. Deve-se usar o fogo como instrumento de manejo no Cerrado e Campos Sulinos? *Biodiversidade Brasileira*, n. 2, p. 12-25, 2011.

FINNISH METEOROLOGIAL INSTITUTE. *Mann-Kendall test for trend and Sem's slope estimates* – MAKESENS. Disponível em: <https://en.ilmatieteenlaitos.fi/makesens>. Acesso em: abril de 2018.

FREIRE, J. L. M.; LIMA, J. R. A.; CAVALCANTI, E. P. Análise de Aspectos Meteorológicos Sobre o Nordeste do Brasil em Anos de El Niño e La Niña *Revista Brasileira de Geografia Física*, v.4, n.3, p. 429-444, 2011.

GALVÍNCIO, J. D.; SOUSA, F. A. S. Relação Entre o Fenômeno El Niño e os Totais Mensais Precipitados na Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos,* v. 7, n. 4, p. 113-119, 2002.

GARCIA, S. R. *Variabilidade do sistema de monção da América do Sul:* relações com a oscilação decadal do Pacífico? Dissertação (Mestrado), Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2006. 142p.

GRIMM, A. M.; CARDOSO, A. O.; FERRAZ, S. Há Impacto Significativo de Eventos El Nino e La Nina no Centro-Oeste do Brasil? In: X Congresso Brasileiro de Meteorologia e VIII Congresso da Federação Latino-Americana e Ibérica de Sociedades de Meteorologia, 1998, Brasília. *Anais...* Brasília.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA – INMET. Notas técnicas do INMET – Análise das anomalias das temperaturas no ano de 2015. 2015. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/notas_tecnicas/2015/nota_tecnica_temperaturas_2015.pdf>. Acesso em: maio de 2018.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA – INMET. Boletim Agroclimatológico Mensal. Janeiro a dezembro de 2016. Disponível em: < http://www.inmet.gov.br/portal/arq/upload/BOLETIM-AGRO_MENSAL_201603.pdf>. Acesso em: maio de 2018.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA – INMET. Boletim Agroclimatológico Mensal. Janeiro a dezembro de 2017. Disponível em: < http://www.inmet.gov.br/portal/arq/upload/BOLETIM-AGRO_MENSAL_201701.pdf>. Acesso em: maio de 2018.

LUCENA, D. B.; GOMES FILHO, M. F.; SERVAIN, J. Avaliação do impacto de eventos climáticos extremos nos oceanos Pacífico e Atlântico sobre a estação chuvosa no nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v. 26, n. 2, p. 297-312, 2011.

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, 212p.

MIRANDA H. S., SATO M. N., NETO W. N., AIRES F. S. Fires in the cerrado, the Brazilian savanna. In: COCHRANE, M. A. (org.) *Tropical Fire Ecology*. Springer Praxis Books. Springer, Berlin, Heidelberg, p. 427 – 450, 2009.

MOLION, L. C. B. *Aquecimento global*, *El Niños*, *Manchas Solares*, *Vulcões* e *Oscilação Decadal* do *Pacífico*, Climanálise, CPTEC/INPE, agosto, 2005.

MONTEIRO, C. A. F. O clima e a organização do espaço no Estado de São Paulo: problemas e perspectivas. *Série Teses e Monografias*, São Paulo: USP/IGEOG, n.28, 1976. 54p.

NASCIMENTO, D. T. F. *Chuvas no estado de Goiás e no Distrito Federal a partir de estimativas por satélite e circulação atmosférica*. Tese (Doutorado em Geografia), Instituto de Estudos Socioambientais da Universidade Federal de Goiás, 2016, 112p.

NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION (NOOA). Dados históricos da Temperatura da Superfície do Mar (TSM). Disponível em: <http://origin.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ONI_v5.php>. Acesso em: abril de 2018.

NEVES, G. A chuva no estado de Goiás e Distrito Federal: aspectos espaciais, temporais e dinâmicos. *Revista Brasileira de Climatologia*, Edição Especial – XIII Simpósio brasileiro de Climatologia Geográfica, p. 67-82, 2019.

NOVAIS, G. *Classificação climática aplicada ao bioma Cerrado*. Tese (Doutorado em Geografia), Universidade Federal de Uberlândia, 2019, 200p.

PINHEIRO, A.; GRACIANO, R. L. G.; SEVERO, D. L. Tendências das séries temporais de precipitação da região Sul do Brasil. *Revista Brasileiro de Meteorologia*, v. 28, n. 3, p. 281-290, 2013.

PRUDENTE, T. D. *Geotecnologias aplicadas ao mapeamento de risco de incêndio florestal no Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros e área de entorno*. Dissertação (Mestrado em Geografia), Universidade Federal de Uberlândia, 2010, 116p.

RAMOS-NETO, M.B.; PIVELLO, V.R. Lightning fires in a Brazilian Savanna National Park: Rethinking management strategies. *Environmental Management*, v. 26, p. 675-684, 2000.

ROMERO, V.; CARDOSO, C. C.; MARCUZZO, F. F. N.; BARROS, R. G. Correlação da variação da temperatura na parte sul do Oceano Atlântico com a precipitação pluviométrica no estado de Goiás. *Revista do Centro de Ciências Naturais e Exatas* – Universidade Federal de Santa Maria, v. 35, n. 2, p. 232-245, 2013.

SALMI, T.; MÄÄTTÄ, A.; ANTILLA, P.; RUOHO-AIROLA, T.; AMNELL, T. *Detecting trens of anual values of atmospheric pollutants by the Mann-Kendall Teste and Sem's Slope Estimates* – The Excel template application MAKESENS. Finnish Meteorological Institute, Air Quality Research, n. 32, Helsinki, Finland, Publications on Air Quality n. 31, Report code FMI-AQ-31, 2002. Disponível em: <https://cdn.fmi.fi/legacy-fmi-fi-content/documents/MAKESENS_MANUAL.pdf>. Acesso em: abril de 2018.

SALVIANO, M. F.; GROPPO, J. D.; PELLEGRINO, G. Q. Análise de tendências em dados de precipitação e temperatura no Brasil. *Revista de Meteorologia*, v. 31, n. 1, p. 64-73, 2016.

SANT'ANNA NETO, J. L. Da complexidade física do universo ao cotidiano da sociedade: mudanças, variabilidade, ritmo climático. *Terra Livre*, n. 20, p. 51-64, 2003.

SIQUEIRA, A. H. B; MOLION, L. C. B. Impactos do ENOS no Norte e Nordeste Brasileiros e sua Relação com a Oscilação Decadal do Pacífico. *Anais eletrônicos*... 59ª Reunião Anual da SBPC, Alagoas, 2007.

SOUSA, A. J. S.; FERREIRA, E. A.; SOUSA, J. R. A.; ROLIM, P. A. M. A Oscilação Decadal do Pacífico e sua influência na precipitação de Goiânia – GO. *Anais...* XVI Congresso brasileiro de Meteorologia, Belém, Pará, 2010, 10p.

WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION - WMO. Sítio virtual da WMO, Perguntas Frequentes, Variabilidade Climática. S.d. Disponível em: <http://www.wmo.int/pages/prog/wcp/ccl/faqs.php>. Acesso em: 4 de maio de 2018.