
VARIABILIDADE CLIMÁTICA NO BIOMA CERRADO DE MATO GROSSO DURANTE O PERÍODO DE 1988 A 2018

Claudete Silveira Damas **MACHADO**

Discente do curso de pós-graduação em Geografia da Universidade do Estado de Mato Grosso. klaudete_machadotnn@hotmail.com
Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-6090-777X>

Alfredo Zenen Dominguez **GONZALEZ**

Doutor em Geografia. Docente dos cursos de graduação e pós-graduação da Universidade do Estado de Mato Grosso-UNEMAT. Departamento de Geografia. alfredozdg@gmail.com
Orcid:<https://orcid.org/0000-0002-9192-342X>

Histórico do Artigo:

Recebido

Maio de 2021

Aceito

Junho de 2021

Publicado

Agosto 2021

Resumo: O presente artigo objetivou analisar a variabilidade climática no bioma Cerrado durante o período 1988-2018, com ênfase no Estado de Mato Grosso. Para tanto realizou-se o processamento de dados meteorológicos de treze estações localizadas tanto no interior como na periferia do estado, utilizando o software CLIMAP 3.0. Os resultados mostram que ocorreu uma notável variabilidade interanual no volume de chuvas, cujos valores totais oscilaram muito em relação à média do período, refletindo a sua irregular distribuição na região com eventos extremos de diferente intensidade e duração, especialmente nas décadas de 1990 e 2000. Verificou-se uma tendência negativa do volume total anual de precipitações no sul e sudeste de Mato Grosso, bem como dos volumes diários com valores iguais ou maiores que 01, 10 e 20 mm na maioria das estações. Identificaram-se anomalias da precipitação em 32,9% dos anos analisados nas estações do contexto regional (estados fronteiriços) e 33,75% desses anos no contexto local (estações mato-grossenses), sendo que apenas algumas delas estão associadas ao evento ENOS-El Niño Oscilação Sul. A temperatura máxima média do ar no período analisado foi geralmente de 30-35⁰C, sendo agosto-outubro o trimestre mais quente em 84,6% das estações estudadas e junho-agosto o mais frio. Estes resultados da pesquisa indicam a necessidade de aprofundar os estudos para identificar outras possíveis causas das alterações identificadas.

Palavras-chave: Temperatura. Precipitação. Anomalias.

CLIMATE VARIABILITY IN THE CERRADO BIOMA OF MATO GROSSO DURING THE LAST DECADES

Abstract: This article aimed to analyze the climate variability in the Cerrado biome during the period 1988-2018, with emphasis on the Mato Grosso state. The methodological procedure used was the processing of meteorological data from thirteen stations located both inside and on the outskirts of the state, using the software CLIMAP 3.0. The results show that there was a remarkable interannual variability in rainfall volume, whose total values fluctuated a lot in relation to the period average, reflecting its irregular distribution in the region, with extreme events of different intensity and duration, especially in the 1990s and 2000s. A negative trend it found in the total annual volume of precipitation in the south and southeast of Mato Grosso, and in the daily rainfall volume with values equal to or greater than 01, 10 and 20 mm in most stations. Precipitation anomalies were identified in 32.9% of the years analyzed in stations in the regional context (peripheral states), and 33.75% of those years in the local context (Mato Grosso stations); however, only some of them are associated with the ENSO - El Niño Southern Oscillation. The average maximum air temperature was 30-35⁰C, with August-October being the warmest quarter in 84.6% of the studied stations and June-August the coldest. These survey results indicate the need for further studies to identify other possible causes of the changes found.

Key words: Temperature. Precipitation. Anomalies.

VARIABILIDAD CLIMÁTICA EN EL BIOMA CERRADO DE MATO GROSSO DURANTE LAS ÚLTIMAS DÉCADAS

Resumen: El presente artículo tuvo como objetivo analizar la variabilidad climática en el bioma Cerrado durante el período 1988-2018, con énfasis en el Estado de Mato Grosso. Para eso fueron procesados los datos meteorológicos de trece estaciones localizadas tanto en el interior como en la periferia del estado, utilizando el software CLIMAP 3.0. Los resultados muestran que aun con dos estaciones pluviométricas bien definidas, ocurre una notable variabilidad interanual del volumen de lluvias, cuyos valores totales oscilan mucho en relación con la media del período, reflejando su irregular distribución en la región, con eventos extremos de diferente intensidad y duración, especialmente en las décadas de 1990 y 2000. Fue verificada una tendencia negativa en el volumen total de precipitaciones al sur y sudeste de Mato Grosso y del volumen diario de lluvias con valores iguales o superiores a 01, 10 y 20 mm en la mayoría de las estaciones. Se identificaron anomalías de precipitación en el 32,9% de los años analizados en las estaciones del contexto regional (estados fronterizos), y el 33,75% de esos años en el contexto local (estaciones mato-grossenses), siendo que apenas algunas de ellas están asociadas al evento ENOS-El Niño Oscilación Sur. La temperatura máxima media del aire fue de 30-35⁰C, con algunos meses encima de 35⁰C, siendo agosto-octubre el trimestre más caluroso en el 84,6% de las estaciones estudiadas y junio-agosto el más frío. Estos resultados de investigación indican la necesidad de profundizar los estudios para identificar otras posibles causas de las alteraciones identificadas.

Palabras clave: Temperatura. Precipitación. Anomalías.

INTRODUÇÃO

A variabilidade climática natural é entendida como uma variação de curta duração (tanto no tempo como no espaço) dos parâmetros meteorológicos em torno das médias climáticas de uma região (MIRANDA, 2010). Portanto, a variabilidade climática é "[...] uma propriedade intrínseca do sistema climático terrestre, responsável por oscilações naturais nos padrões climáticos, observados em nível local, regional e global" (CONFALONIERI, 2003, p. 194).

No território brasileiro, a variabilidade interanual das chuvas está vinculada aos fenômenos El Niño e La Niña, bem como à oscilação do Oceano Atlântico Tropical e Sul, os quais alteram o gradiente de pressão, provocando menor deslocamento de umidade para o continente e aumentando as probabilidades de ocorrência de chuvas abaixo do normal em algumas regiões (PBMC, 2013). Mesmo assim, não existe um padrão com relação às mudanças na intensidade e distribuição das chuvas (SILVA et. al., 2012).

Na região Centro-Oeste, Matos (2018) analisou os sistemas atmosféricos controladores da variabilidade climática. Porém, como apontara Sant'Anna Neto (2013, p. 77), para a compreensão da variabilidade devem-se considerar, além desses grandes sistemas atmosféricos e seus mecanismos de circulação, as relações de tais sistemas "[...] com os fatores geográficos [e as] influências dos grandes conjuntos vegetacionais ou antrópicos (como as grandes áreas de monocultura ou pecuária)".

Isto implica considerar a indução de variabilidade climática associada às atividades humanas como forçante externa (IPCC, 2007, p. 89). Assim, as emissões de gases de efeito estufa têm gerado um aumento da temperatura média global (que na década 2006–2015 foi 0,87°C mais alta que a média registrada no período 1850–1900, segundo o relatório do IPCC, 2018, p. 8), que está provocando alterações na variabilidade climática natural.

No caso do Brasil, o PBMC (2013) destaca um aumento dos eventos hidrológicos extremos a escala regional. Essas alterações no regime hidrológico associadas às mudanças climáticas (que influenciam na disponibilidade hídrica) têm sido abordadas por autores como Marengo (2008) e Fisch et al. (2017). Entretanto, trabalhos como os de Trancoso (2006); Salemi et al. (2012); Rocha e Tommaselli (2012) e Bayer (2014) analisam o papel das mudanças de uso da terra nessas alterações.

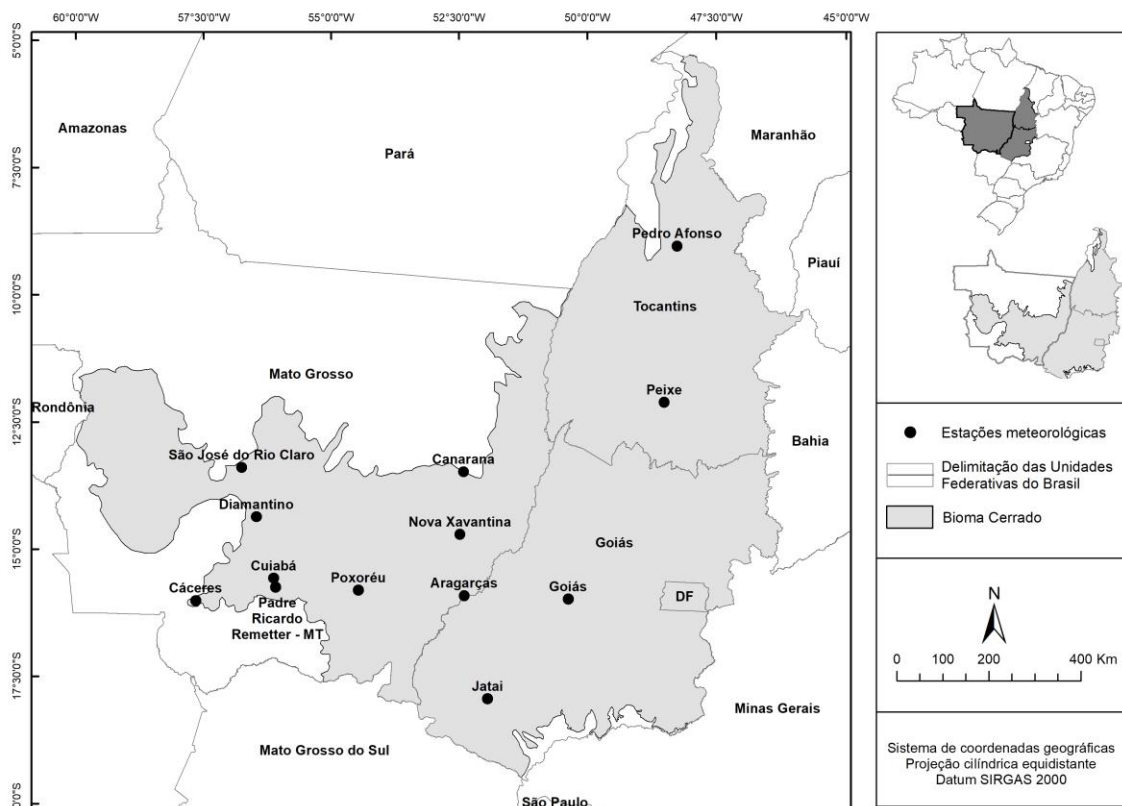
Uma das regiões brasileiras mais fortemente afetadas pelas mudanças de uso da terra é o Centro-Oeste, onde Salviano et al. (2016) identificaram tendência positiva para a temperatura média na maioria dos meses do ano durante o período 1961-2011. Esta região é ocupada pelo bioma Cerrado, cuja resiliência está comprometida por causa da perda de 236 mil km² só entre

2000 e 2015 por causa do avanço da pecuária e a agricultura (REIS et. al., 2017). Neste sentido, Machado et al. (2004) concluíram que a situação do Cerrado é muito preocupante, pois os esforços do Ministério do Meio Ambiente não estão sendo capazes de conter o seu desaparecimento, que poderia acontecer até o ano de 2030.

Portanto, é preciso aprofundar no conhecimento da variabilidade climática regional, utilizando o processamento estatístico dos valores médios de variáveis como temperatura e precipitação, cuja importância é ressaltada por autores como Grimm et al., 1998 e Sant'anna Neto, 2008).

O objetivo da pesquisa foi analisar o comportamento da variabilidade climática no bioma Cerrado durante o período 1988-2018, com ênfase no Estado de Mato Grosso. Para a sua execução optou-se por considerar os registros das estações meteorológicas localizadas no bioma Cerrado, tanto no interior do Estado de Mato Grosso como na sua periferia (estados de Tocantins e Goiás) (Figura 01).

Fig. 1: Distribuição espacial das estações selecionadas no bioma Cerrado.



Fonte: Elaborado pelos autores

METODOLOGIA

A pesquisa foi realizada com base no trabalho de gabinete (GIL, 2000; LAKATOS, E. M.; MARCONI) centrado na pesquisa bibliográfica sobre a temática para construir o

referencial teórico-metodológico (em livros, revistas, relatórios, dissertações de mestrado e teses de doutorado).

A análise foi realizada para um período de 31 anos (1988-2018), com base em dados meteorológicos das estações do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) localizadas tanto na periferia como no interior do Estado de Mato Grosso, dentro do bioma Cerrado (Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa-BDMEP), complementando os dados faltantes nas séries selecionadas com dados de reanálise do Climate Forecast System Reanalysis (CFSR) do National Center for Environmental Prediction (NCEP).

Também foram preenchidos dados faltantes com auxílio das bases de dados da NOAA (disponível em <https://www.esrl.noaa.gov/psd/data/timeseries/daily/>) e da Agência Nacional de Água (ANA) (disponível em <https://www.snirh.gov.br/hidroweb/publico/apresentacao.jsf>).

Para a confecção do mapa de localização das estações meteorológicas foram feitas buscas na Agência Nacional de Águas através do Sistema de Informações Hidrológicas - HIDRO 1.3 (Compilação 1.3.0.6) (c) 2018 SGH/ANA.

A análise dos dados meteorológicos foi realizada no aplicativo computacional CLIMAP-Versão 3.0, elaborado por Salvador (2017). Uma parte das estações de referência cujos dados foram utilizados para analisar a variabilidade climática pertencem ao contexto regional (estados fronteiriços com Mato Grosso) e as restantes estão situadas no interior do Estado de Mato Grosso, como mostrado na Tabela 01.

Tabela 01: Dados das estações meteorológicas utilizadas no estudo

Estado	Estação	Código	Coordenadas		Altitude (m)
			Latitude (Sul)	Longitude (Oeste)	
TO	Pedro Afonso	82863	8,57°	48,10°	187
	Peixe	83228	12,02°	48,35°	242,5
	Goíás	83374	15,94°	50,14°	512,86
GO	Aragarças	83368	15,9°	52,25°	327,03
	Jataí	83464	17,92°	51,72°	669,84
	Nova Xavantina	83319	14,7°	52,35°	305,33
	Poxoréu	83358	15,83°	54,4°	374,35
	Cuiabá	83371	15,62°	56,11°	157,7
MT	Padre Ricardo Remeter	83364	15,78°	56,07°	140
	Cáceres	83405	16,03°	57,41°	91
	Diamantino	83309	14,41°	56,45°	274
	São José do Rio Claro	83267	13,26°	56,43°	350
	Canarana	83270	13,47°	52,27°	430

Fonte: <https://mapas.inmet.gov.br/>

Cabe destacar que a grande maioria dessas estações conta com 30 anos ou mais de registros, salvo São José do Rio Claro e Canarana que possuem 24 anos consecutivos de registros. A decisão de incluir essas duas estações na análise obedece ao fato de que a Guia de

Práticas Climatológicas da Organização Meteorológica Mundial (OMM) recomenda dispor de dados de, pelo menos, 80% dos anos que integram o período em análise para o cálculo das normais climatológicas, ou seja, "[...] 24 dos 30 anos de uma normal climatológica padrão o de referência" (OMM, 2011, apud OMM, 2016, p. 10).

Portanto, para determinar a variabilidade espacial das precipitações foram utilizados os registros das 13 estações meteorológicas supracitadas com o intuito de calcular a média e o desvio padrão, utilizando o aplicativo supracitado (desenhado para o apoio as pesquisas climáticas por intermédio da análise de séries temporais, conforme SALVADOR, 2014).

Nesta pesquisa assumiu-se a proposta de classificação de Santos et al. (2017) os quais, com base em Monteiro (1976), analisaram o comportamento pluviométrico a partir da quantificação (em %) dos desvios; ou seja, classificaram os anos em: *Normais* quando o desvio da média varia entre +15% e -15%; *Com Tendência a Secos* quando o desvio negativo oscila entre 15% e 30%; *Secos* quando o desvio negativo é maior que 30%; *Com Tendência a Chuvosos* quando o desvio positivo oscila entre 15% e 30% e *Chuvosos* quando o desvio positivo supera 30%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Comportamento das precipitações

No período analisado (1988 – 2018) as estações estudadas registraram médias históricas anuais de precipitação acima de 1.200 mm/ano sendo que os maiores valores correspondem a Diamantino (1.899,7 mm) e Canarana (1.828,0 mm), e os menores a Padre Ricardo Remetter (1.247,6 mm) e Cáceres (1.333,4 mm) como mostrado na Tabela 02, na qual também aparecem, em negrito, os meses com maiores volumes de chuvas: dezembro a fevereiro em 76,9% do total de estações (nos casos de Cáceres e Cuiabá os maiores acumulados se registram entre janeiro e março, enquanto Nova Xavantina os apresenta entre novembro e janeiro).

Tabela 02: Precipitação média histórica do período 1988-2018 nas estações estudadas (em mm)

*	Médias mensais												Média anual
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
1	248,8	225,8	182,3	87,6	47,1	17,2	17,7	18,7	56,8	97,7	124,5	208,8	1.333,4
2	281,7	264,8	248,5	115,0	52,9	23,7	18,8	27,1	41,7	112,2	196,2	227,6	1.610,7
3	309,8	339,5	290,0	138,4	51,3	14,4	10,0	22,3	64,0	163,6	231,7	264,4	1.899,7
4	285,2	263,6	269,3	114,7	40,1	9,07	4,4	17,4	58,5	157,1	216,6	275,6	1.712,1
5	290,7	223,9	198,4	71,8	12,2	3,7	6,6	2,5	32,9	113,8	239,9	276,6	1.473,4
6	203,0	179,9	189,5	89,4	34,0	16,9	11,5	18,3	40,7	96,7	160,8	206,9	1.247,6
7	269,0	286,0	221,9	92,4	30,5	10,5	4,7	4,0	43,1	129,3	227,9	280,5	1.600,2

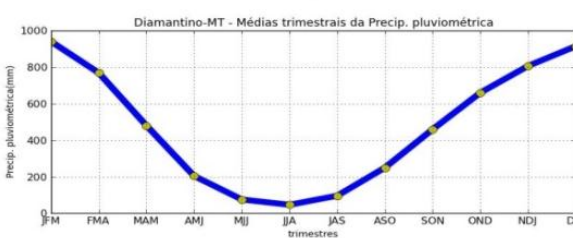
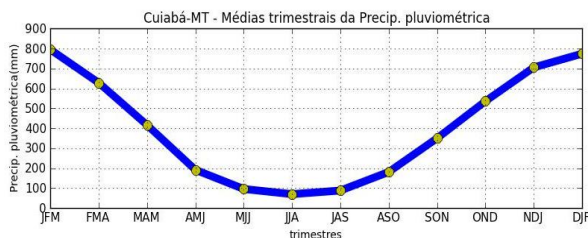
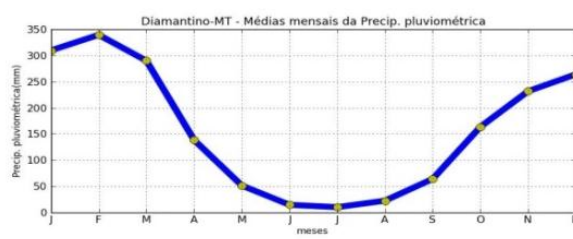
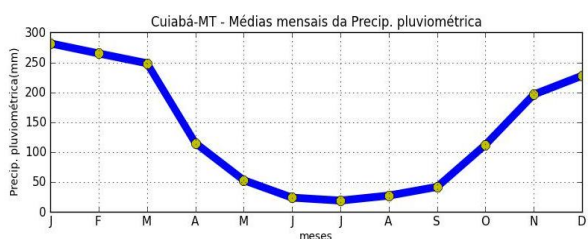
8	325,2	319,5	256,0	115,1	14,3	5,9	0,8	0,8	47,8	156,7	235,1	350,3	1.828,0
9	296,4	223,9	211,4	82,4	26,1	10,5	7,4	7,8	33,6	118,8	203,6	251,3	1.473,7
10	328,6	274,4	234,3	105,4	22,3	12,5	3,7	8,4	37,2	137,4	240,7	306,6	1.712,1
11	234,0	242,6	275,5	109,0	47,8	19,1	98,8	14,2	59,4	128,1	201,2	266,1	1.606,4
12	273,5	230,0	264,4	184,2	63,5	6,3	3,4	4,7	42,8	132,5	217,7	241,9	1.665,5
13	266,2	215,7	217,9	122,1	22,7	4,9	0,6	1,5	33,0	96,6	192,2	277,8	1.453,8

*Nomes das estações: 1 (Cáceres) 2 (Cuiabá) 3 (Diamantino) 4 (Poxoró) 5 (Nova Xavantina) 6 (Padre Ricardo Remetter) 7 (São José do Rio Claro) 8 (Canarana) 9 (Aragarças) 10 (Goiás) 11 (Jataí) 12 (Pedro Afonso) 13 (Peixe). Fonte: Organizado pelos autores com base em dados do INMET.

As médias históricas mensais e trimestrais de precipitação em algumas dessas estações aparecem na Figura 02, onde se evidencia que o regime de chuvas tem seu início geralmente no final da primavera e se prolonga até o final do verão, mostrando um padrão de verão chuvoso e inverno seco.

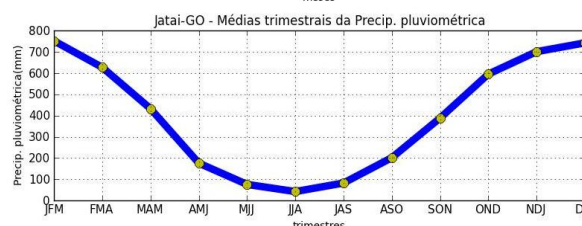
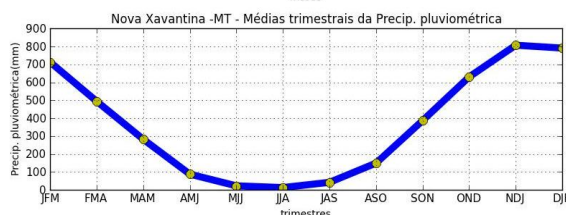
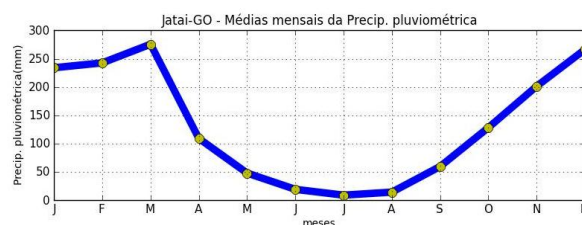
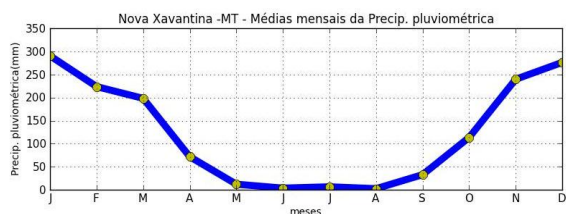
As médias mensais de precipitação mostram que em grande parte das localidades o trimestre mais chuvoso é o compreendido entre dezembro e fevereiro (DJF), ou seja, ocorre com um mês de antecipação em relação à Cuiabá e Diamantino (Figura 02 (a), (b)), onde ele se apresenta entre os meses de janeiro e março (JFM). Porém, para Nova Xavantina (Figura 02 (c)), esse trimestre mais chuvoso está adiantado em dois meses em relação às outras séries analisadas, pois ocorre entre novembro e janeiro (NDJ). Todavia, Jataí tem dois trimestres mais chuvosos: dezembro a fevereiro (DJF) e janeiro a março (JFM) (Figura 02 (d)).

Figuras 02: Médias históricas de precipitação em algumas das estações estudadas.



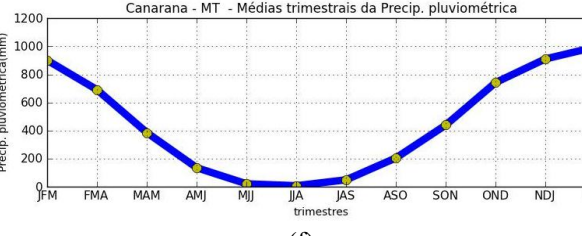
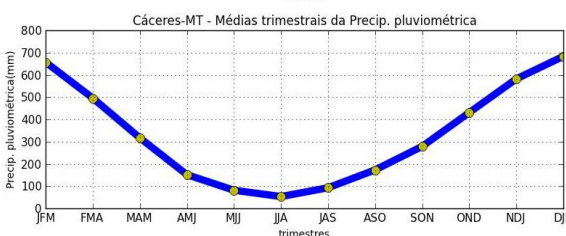
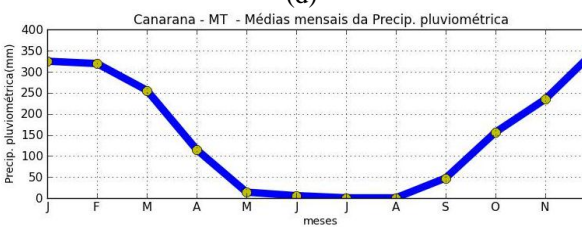
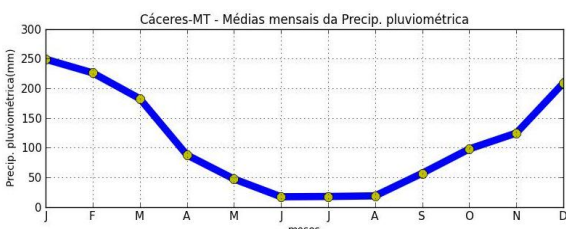
(a)

(b)



(c)

(d)



(e)

(f)

Fonte: Elaborado pelos autores com base no CLIMAP 3.0

Na transição para o período seco, o volume de precipitações experimenta uma queda brusca a partir do mês de março em 84,6% das estações analisadas, sendo que apenas em Cáceres e Canarana (Figura 02 (e) e (f)), essa queda ocorre gradualmente, começando no mês de fevereiro. Paralelamente, o trimestre mais seco vai de junho a agosto (JJA) em todas as localidades salvo Nova Xavantina, que apresenta como trimestres mais secos: maio-junho-julho (MJJ) e junho-julho-agosto (JJA).

Precipitação total e desvio padronizado

Em todas as estações estudadas o valor total anual de precipitação variou em relação à média histórica do período 1988-2018, refletindo uma desigual distribuição ao longo dos anos na região, com eventos extremos de diferente intensidade e duração (Tabela 03).

Tabela 03: Extremos de precipitação nas estações analisadas do bioma Cerrado

Estação	Precipitação em anos secos		Precipitação em anos chuvosos		Precipitação média (em mm)
	Anos	Valor (em mm)	Anos	Valor (em mm)	
Cáceres	2002	1.000	1996-1998	1.700	1.333,4
Cuiabá	2002	1.180	2018	2.000	1.610,8
Diamantino	1993	1.300	1995-2003	2.500	1.899,7
Poxoréo	2007	1.100	2001	2.300	1.712,2
Nova Xavantina	2007	980	1988-90-2013	1.950	1.473,5
Padre R. R.	1997-2000	680	2009	1.600	1.247,6
São J. Rio Claro	1996-1998	480	2014-2017	2.000	1.600,3
Canarana	1995	1.000	2002	3.000	1.828,0
Aragarças	1999	1.100	1997	2.000	1.473,7
Goiás	2002-2010	1.200	1992	2.400	1.712,1
Jataí	1994	1.200	1989-1992	2.000	1.606,5
Pedro Afonso	1990	1.000	1989	2.300	1.665,6
Peixe	2013	1.000	2000	2.000	1.453,9

Fonte: Elaborado pelos autores com base em dados do INMET.

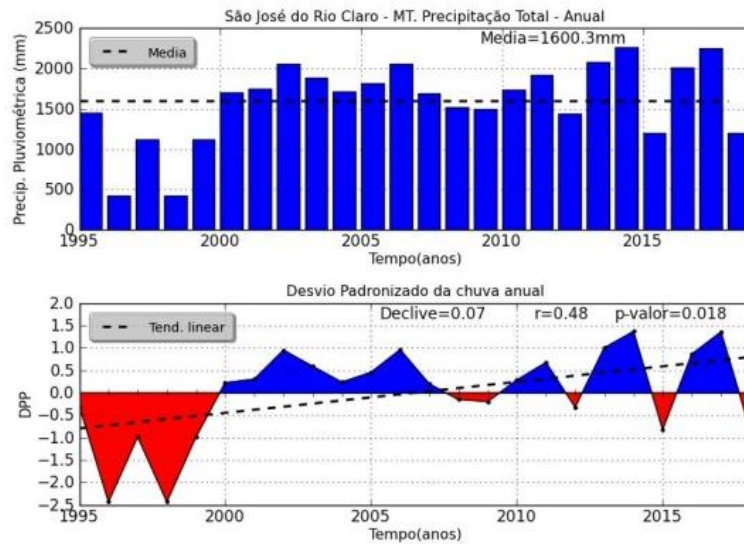
Cabe destacar que a década de 1990 caracterizou-se pela ocorrência de extremos negativos de precipitação em 10 estações (76,9% do total analisado), sendo São José do Rio Claro o caso mais expressivo com apenas 29,99% da média histórica entre 1996 e 1998 (Figura 03 (a)). Paralelamente, um longo período com chuvas abaixo da média, que abrange as décadas de 1990 e 2000, afetou o sul e sudoeste do Estado de Mato Grosso, como mostram as estações Cuiabá e Cáceres (Figura 03 (b) e (c), respectivamente).

A tendência linear indica declínio do volume de precipitações desde a década de 2000 em cinco estações, sendo que duas delas pertencem ao Estado de Mato Grosso (Cuiabá e Nova Xavantina) e as restantes aos estados de Goiás (Goiás e Jataí) e de Tocantins (Peixe); porém, essa tendência tem significância estatística apenas para as estações de Goiás e Peixe.

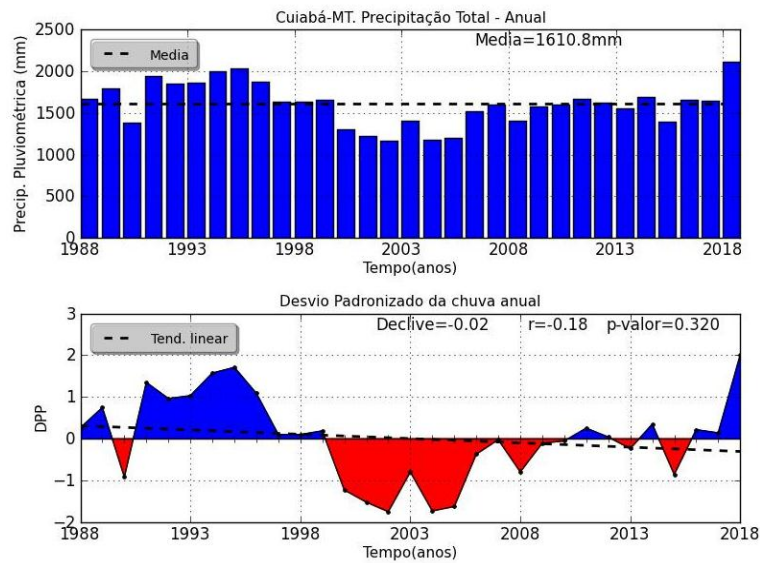
Em relação à tendência positiva, ela está presente em outras seis estações, sendo mais acentuada em Canarana. Todavia, nenhuma delas possui significância estatística para o nível de 5% ($p\text{-valor} > 0,05$).

Figura 03: Precipitação total e desvio padronizado da precipitação (DPP) em algumas das estações estudadas

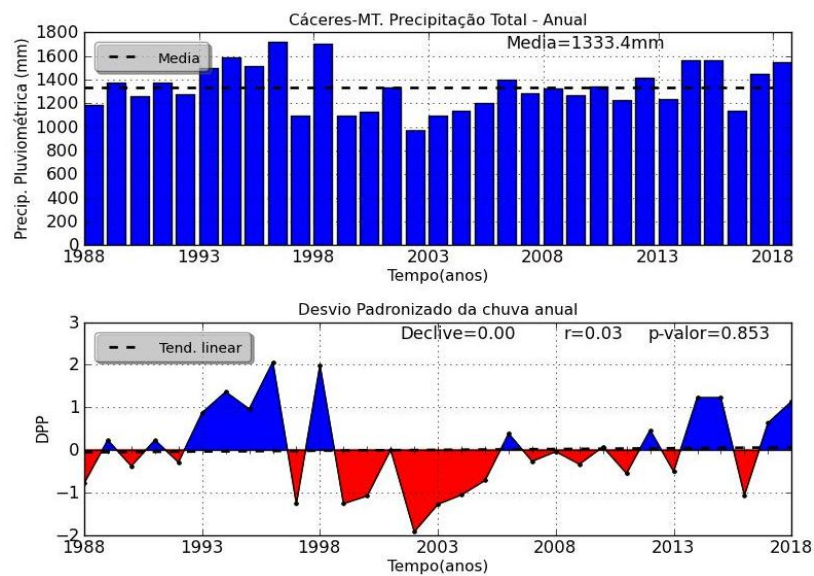
(a)



(b)



(c)

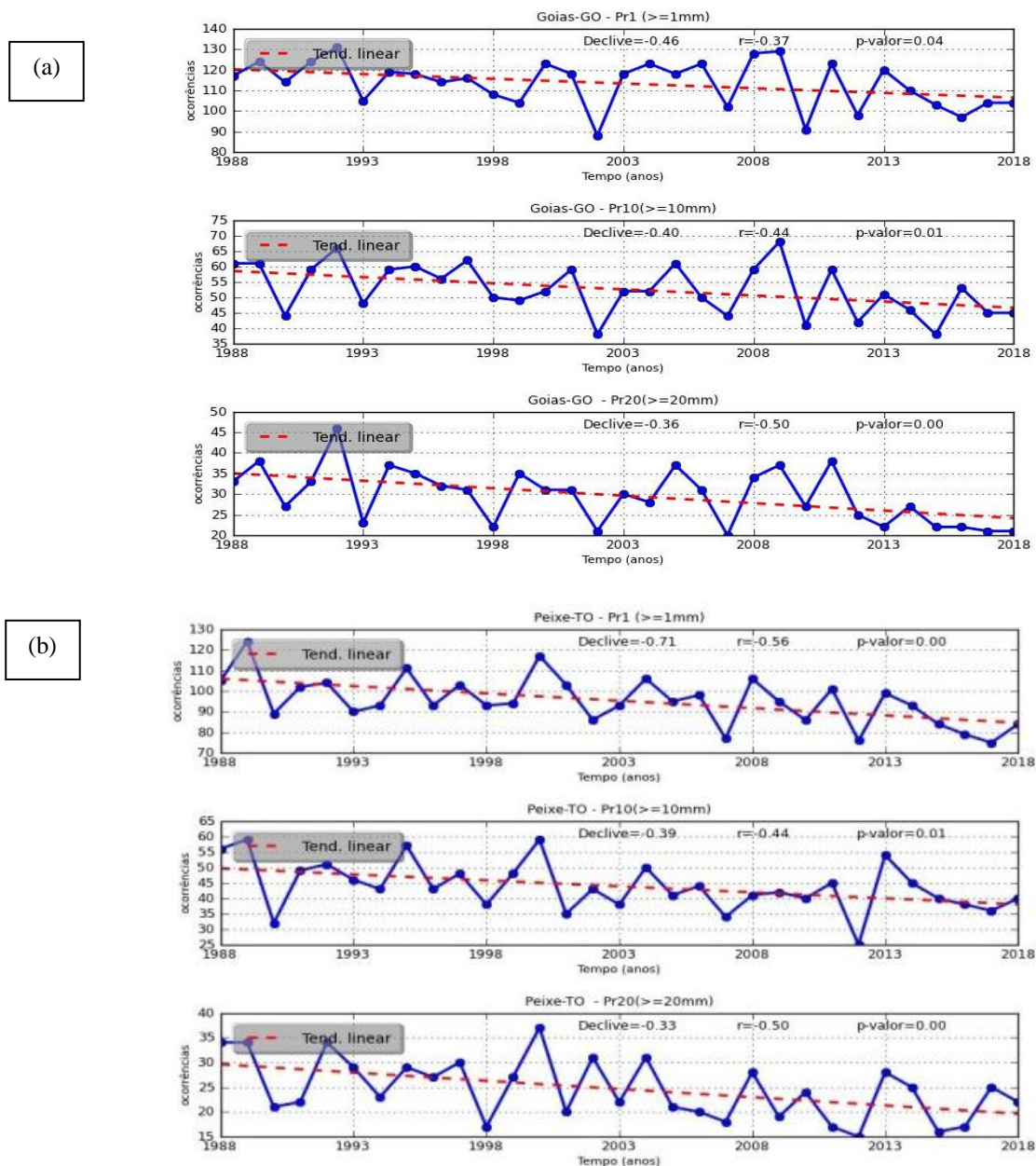


Fonte: Elaborado pela autora através do CLIMAP 3.0

Análise de tendências em relação à diferentes valores de precipitação diária

No tocante ao comportamento das precipitações durante o período analisado, apenas as estações de Goiás e Peixe (Figura 04 (a) e (b) respectivamente) mostram tendência ao declínio no número de dias com chuvas com significância estatística para o nível de 95% (p -valor $\leq 0,05$) tanto para Pr1 (≥ 1 mm/dia), como para Pr10 (≥ 10 mm/dia) e Pr20 (≥ 20 mm/dia).

Figura 04: Estações com tendência negativa da precipitação estatisticamente significativa no período analisado.



Fonte: Elaborado pelos autores com auxílio do software CLIMAP 3.0

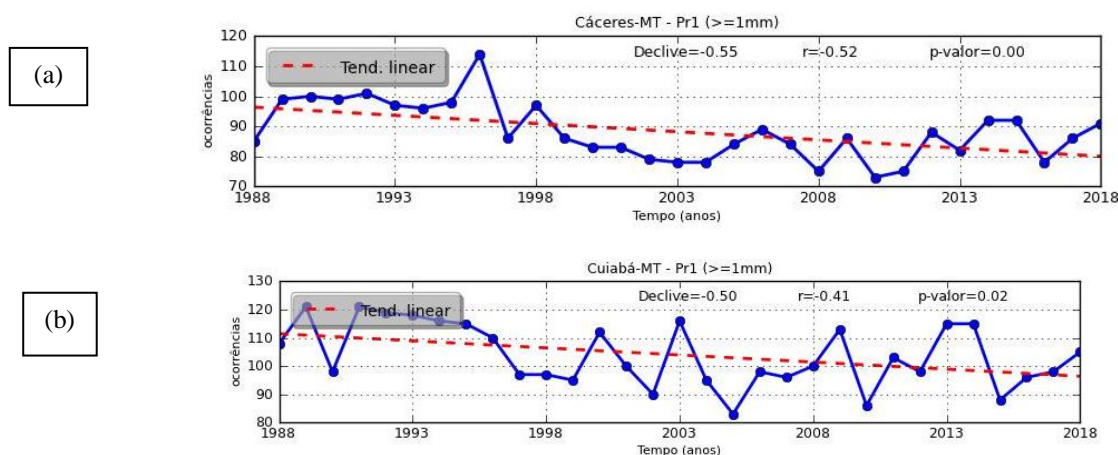
Em Goiás, o coeficiente angular indica uma taxa da ordem de -0,46, -0,40 e -0,36 ocorrências/ano para Pr1, Pr10 e Pr20, respectivamente (Figura 04 (a)). Entretanto, em Peixe

(Figura 04 (b)), esse coeficiente indica uma taxa de $-0,71$, $-0,39$ e $-0,33$ ocorrências/ano para Pr1, Pr10 e Pr20, respectivamente.

Todavia, outras três estações (Nova Xavantina, Aragarças e Jataí) mostram tendência ao declínio nos três valores diários de precipitação analisados; porém, essa tendência não resultou estatisticamente significativa. Um estudo realizado por Salvador (2014) nesta mesma estação também demonstrou tendência negativa significativa na série estudada (1965 - 2010).

No caso da Pr1, outras nove estações mostram tendência negativa: Cáceres, Cuiabá, Diamantino, Poxoréo, Nova Xavantina, Padre Ricardo Remeter, Aragarças, Jataí e Pedro Afonso. Desse total, em apenas quatro a tendência tem significância estatística: Goiás; Peixe; Cáceres, com coeficiente indicando uma taxa de $-0,55$ ocorrências/ano (Figura 05 (a)) e Cuiabá, com uma taxa de $-0,50$ ocorrências/ano (Figura 05 (b)).

Figura 05: Tendência linear das chuvas com valor ≥ 1 mm/dia em Cuiabá e Cáceres, entre 1988 e 2018.



Fonte: Elaborado pelos autores com auxílio do software CLIMAP 3.0

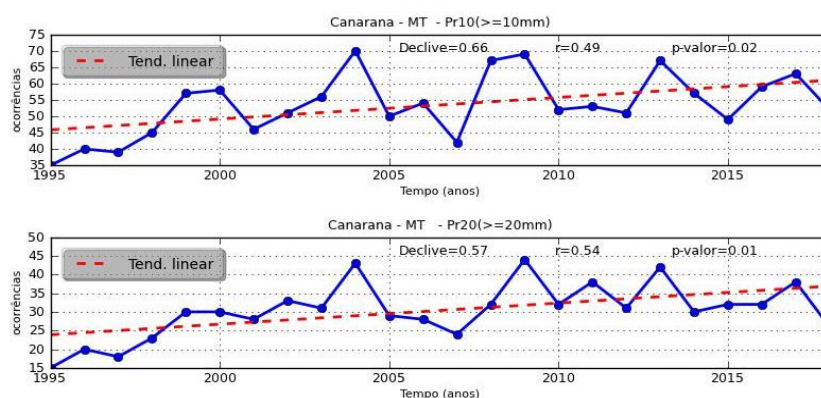
Para Pr10, outras cinco estações (além de Goiás e Peixe) mostram tendência negativa, porém, sem significância estatística. São elas: Nova Xavantina, com coeficiente indicando uma taxa de $-0,10$ ocorrências/ano; Jataí, com coeficiente indicando uma taxa de $-0,20$ ocorrências/ano; Aragarças; São José do Rio Claro e Diamantino. Finalmente, para Pr20 existem outras quatro estações (além de Goiás e Peixe) com tendência negativa, sem significância estatística: São José do Rio Claro, Nova Xavantina, Aragarças e Jataí.

Contrariamente, evidencia-se uma tendência positiva para Pr1, Pr10 e Pr20 apenas em duas estações: São José do Rio Claro e Canarana. Porém, apenas para Pr10 ela é estatisticamente significativa nessas estações, com coeficiente angular indicando taxas de $0,93$ e $0,66$ ocorrências/ano, respectivamente. Também apresentaram tendência positiva para Pr10

as estações de Cáceres, Poxoró, Padre Ricardo Remeter e Pedro Afonso (entretanto, ela é significativa estatisticamente apenas em Cáceres (coeficiente angular de 0,37 ocorrências/ano.

Para o caso da Pr20, sete estações mostraram tendência positiva: Cáceres, Diamantino, Poxoró, Pedro Afonso, Padre Ricardo Remeter, São José do Rio Claro e Canarana (Figura 06). Salienta-se que apenas nestas duas últimas essa tendência tem significância estatística, com taxas de 0,54 e 0,57 ocorrências/ano, respectivamente.

Figura 06: Tendência linear das chuvas com valor ≥ 10 e 20 mm/dia em Canarana-MT entre 1995 e 2018.



Fonte: Elaborado pelos autores com auxílio do software CLIMAP 3.0

Comportamento da temperatura do ar

A temperatura máxima das estações estudadas mantém-se elevada o ano todo (apresentando médias mensais superiores a 28°C), porém, os máximos valores se registram no trimestre agosto – outubro (marcados em negrito na Tabela 04).

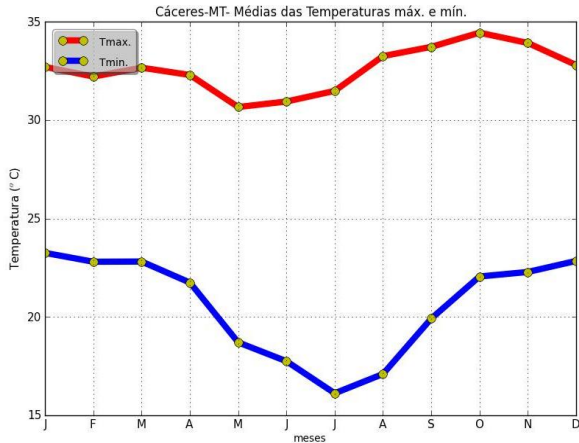
Tabela 04: Temperatura máxima média histórica mensal e anual nas estações analisadas durante o período 1988 - 2018

*	Temperatura máxima média histórica mensal												Média anual
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
1	32,7	32,2	32,6	32,3	30,6	30,9	31,4	33,2	33,7	34,4	33,9	32,8	32,5
2	32,4	32,5	33,1	33,0	31,1	31,4	32,1	34,4	35,2	35,0	33,8	33,0	33,1
3	32,1	32,1	32,4	32,6	31,6	31,9	32,4	34,8	35,0	34,5	33,0	32,2	32,9
4	31,6	31,9	32,3	32,4	31,3	31,7	32,4	34,3	34,6	33,6	32,2	31,7	32,5
5	32,0	32,3	32,5	33,5	33,1	33,2	33,7	35,4	36,7	35,6	32,7	31,7	33,5
6	32,8	32,5	32,9	32,8	31,0	31,3	31,3	34,4	34,8	34,9	33,7	33,0	32,9
7	31,5	31,4	31,8	32,1	31,7	32,6	33,0	34,8	35,2	34,1	32,5	31,6	32,7
8	31,3	31,4	31,9	32,1	32,6	32,8	33,6	35,6	36,2	34,6	32,6	31,2	33,0
9	31,7	31,8	32,3	32,9	32,4	32,3	32,7	35,1	36,2	35,3	33,0	31,9	33,1
10	32,3	32,4	33,1	33,8	33,5	33,7	34,0	35,4	35,5	34,4	33,0	32,3	33,6
11	30,6	30,8	30,8	30,6	28,9	29,0	29,6	32,0	32,9	32,3	31,2	30,7	30,8
12	31,5	31,5	31,7	32,4	33,1	33,8	34,8	36,3	36,2	34,2	32,7	32,0	33,4
13	32,0	32,0	32,2	32,8	33,2	33,2	33,7	35,6	36,7	35,2	32,8	31,8	33,4

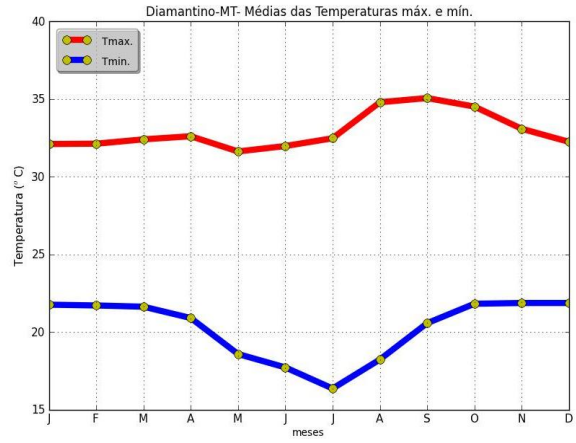
*Nome das Estações: 1 (Cáceres) 2 (Cuiabá) 3 (Diamantino) 4 (Poxoréo) 5 (Nova Xavantina) 6 (Padre Ricardo Remetter) 7 (São José do Rio Claro) 8 (Canarana) 9 (Aragarças) 10 (Goiás) 11 (Jatá) 12 (Pedro Afonso) 13 (Peixe). Fonte: Organizado pelos autores com base em dados do INMET.

No entanto, observa-se que o ritmo anual apresenta a maior média da temperatura máxima em setembro para 11 estações, enquanto em outras duas isto ocorre em outubro: Padre Ricardo Remetter e Cáceres (Figura 07 (a)).

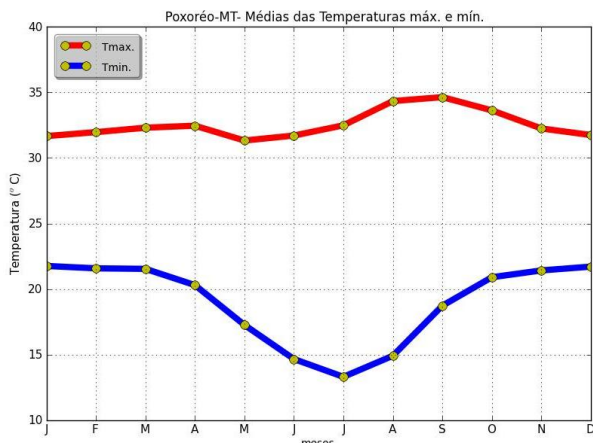
Figura 07: Comportamento da temperatura máxima média (em vermelho) e mínima média (em azul) durante o período analisado em algumas estações.



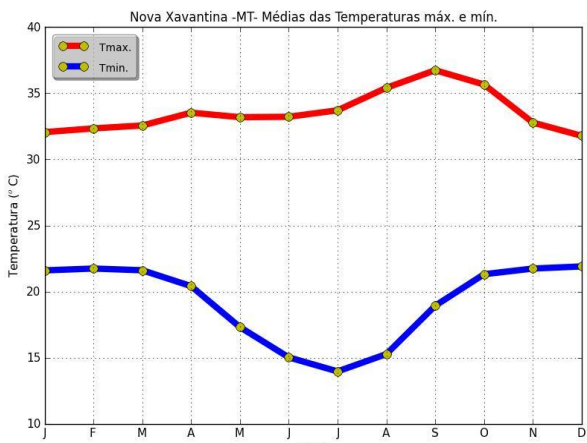
(a)



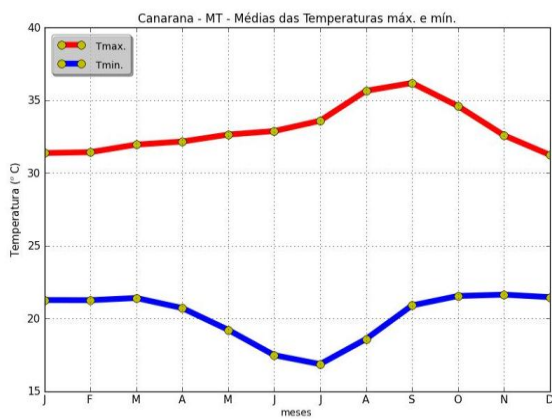
(b)



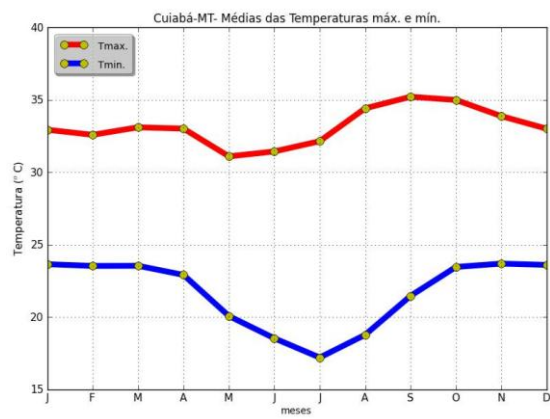
(c)



(d)



(e)



(f)

Fonte: Elaborado pelos autores com base no CLIMAP 3.0

A temperatura máxima média oscila entre 30 e 35⁰C o ano todo em Cáceres, Cuiabá, Diamantino (Figura 07 (b)), Poxoréu (Figura 07 (c)), Padre Ricardo Remetter, São José do Rio Claro e Goiás; porém, outras estações mostram médias acima de 35⁰C durante dois a três meses do ano: no Estado de Mato Grosso, Nova Xavantina (Figura 07 (d)) e Canarana (Figura 07 (e)); em Goiás, Aragarças e em Tocantins: Pedro Afonso e Peixe. Apenas Jataí tem temperatura máxima média de 25 - 30⁰C durante três meses do ano.

O trimestre agosto - outubro é o mais quente na grande maioria das estações (84,6% do total estudado), coincidindo com o final do período seco. São exceções: Cáceres (onde abrange os meses de setembro a novembro) e Pedro Afonso, de julho a setembro.

Contrariamente, junho – agosto é o trimestre mais frio em todas as estações (salvo Goiás, onde ocorre entre maio e julho) com temperaturas entre 15 e 20⁰C. Geralmente a queda da temperatura inicia-se no mês de outubro, ou se retrasa até novembro como nos casos de Cáceres, Cuiabá (Figura 07 (f)), Nova Xavantina e Padre Ricardo Remetter. A temperatura mínima média mensal mantém-se acima dos 11⁰C na estação de Jataí, enquanto nas demais mantém-se acima dos 13⁰C (Tabela 05).

Tabela 05: Temperatura mínima média histórica mensal e anual nas estações do bioma Cerrado durante o período 1988 – 2018.

*	Temperatura mínima média histórica mensal												Média anual
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
1	23,2	22,8	22,8	21,7	18,7	17,7	16,1	17,0	19,9	22,0	22,2	22,8	20,6
2	23,6	23,5	23,5	22,9	20,0	18,5	17,2	18,7	21,4	23,4	23,6	23,6	21,6
3	21,7	21,7	21,6	20,9	18,5	17,7	16,3	18,2	20,5	21,8	21,8	21,8	20,2
4	21,7	21,5	21,5	20,3	17,2	14,6	13,3	14,9	18,7	20,9	21,4	21,7	18,9
5	21,6	21,7	21,6	20,4	17,3	15,0	13,9	15,2	18,9	21,3	21,7	21,9	19,2
6	23,4	23,4	23,3	22,5	19,3	17,5	15,5	17,8	20,6	22,8	23,1	23,3	21,0
7	21,3	21,7	21,7	20,8	18,3	16,5	15,4	15,8	19,2	20,4	21,1	21,4	19,5
8	21,2	21,2	21,4	20,7	19,2	17,4	16,8	18,5	20,9	21,5	21,6	21,4	20,1
9	22,0	22,1	22,1	21,4	18,7	16,3	15,3	17,2	20,5	22,4	22,1	22,1	20,2
10	21,0	20,8	21,1	21,1	19,6	18,0	16,7	17,9	20,2	21,5	21,6	21,3	20,5
11	20,3	20,0	19,8	18,1	14,3	12,4	11,4	13,0	16,6	19,0	19,7	20,2	17,0
12	22,4	22,4	22,7	23,0	22,4	20,3	19,1	19,6	21,8	22,7	22,7	22,6	21,8
13	22,2	22,2	22,5	22,4	21,1	18,8	17,7	18,8	21,3	22,6	22,6	22,3	21,2

*Nomes das estações: 1 (Cáceres) 2 (Cuiabá) 3 (Diamantino) 4 (Poxoréu) 5 (Nova Xavantina) 6 (Padre Ricardo Remetter) 7 (São José do Rio Claro) 8 (Canarana) 9 (Aragarças) 10 (Goiás) 11 (Jataí) 12 (Pedro Afonso) 13 (Peixe). Fonte: Organizado pelos autores com base em dados do INMET.

Percebe-se que o pico de temperatura máxima (final do inverno-início da primavera) está associado ao aumento da radiação solar incidente e ao fato de que neste período ocorrem poucas chuvas e a umidade do ar é baixa (SALVADOR, 2014; SALVADOR e BRITO, 2018). O fato de o verão concentrar as chuvas e uma elevada umidade do ar, de conjunto com

a abundância de dias nublados, contribui para reduzir a temperatura do ar, que atinge valores menos elevados (mesmo sendo o período de maior incidência de radiação solar).

Variação espaço-temporal da precipitação no contexto regional do bioma Cerrado

Nas estações do contexto regional (estados fronteiriços com Mato Grosso), 67,1% das ocorrências que aparecem no Quadro 01 correspondem a anos com comportamento das precipitações classificado como Normal (pois não superaram 15% para mais ou para menos, em relação à média da respectiva estação). Outro 17,42% delas são anos com tendência a secos ou secos, e o restante 15,48% são anos classificados como: com tendência a chuvosos ou chuvosos. Nota-se a alternância de anos com diferente comportamento, salvo em Goiás entre 2014 e 2018, que apresentou uma sequência de cinco anos com tendência a seco).

Quadro 01: Classificação do comportamento pluviométrico nos últimos 31 anos nas estações estudadas (contexto regional)

Ano	P. Afonso-TO	Peixe -TO	Goiás-GO	Aragarças-GO	Jataí-GO
1988	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal
1989	Tendência a chuvoso	Normal	Normal	Normal	Normal
1990	Seco	Tendência a chuvoso	Normal	Normal	Normal
1991	Normal	Normal	Tendência a chuvoso	Normal	Normal
1992	Normal	Tendência a chuvoso	Normal	Normal	Tendência a chuvoso
1993	Seco	Normal	Tendência a chuvoso	Normal	Normal
1994	Seco	Normal	Tendência a chuvoso	Normal	Tendência a chuvoso
1995	Normal	Tendência a chuvoso	Normal	Normal	Normal
1996	Tendência a chuvoso	Normal	Tendência a chuvoso	Normal	Normal
1997	Normal	Tendência a chuvoso	Normal	Normal	Tendência a chuvoso
1998	Normal	Tendência a chuvoso	Normal	Tendência a chuvoso	Normal
1999	Normal	Normal	Normal	Tendência a chuvoso	Tendência a chuvoso
2000	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal
2001	Normal	Tendência a chuvoso	Normal	Normal	Normal
2002	Normal	Normal	Seco	Normal	Normal
2003	Tendência a chuvoso	Normal	Normal	Normal	Normal
2004	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal
2005	Normal	Normal	Tendência a chuvoso	Normal	Normal
2006	Tendência a chuvoso	Normal	Normal	Normal	Normal
2007	Tendência a chuvoso	Tendência a chuvoso	Tendência a chuvoso	Normal	Normal
2008	Tendência a chuvoso	Normal	Normal	Normal	Tendência a chuvoso
2009	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal
2010	Normal	Normal	Seco	Tendência a chuvoso	Normal
2011	Tendência a chuvoso	Normal	Normal	Normal	Normal
2012	Normal	Seco	Normal	Normal	Normal
2013	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal
2014	Normal	Normal	Tendência a chuvoso	Normal	Normal
2015	Normal	Tendência a chuvoso	Tendência a chuvoso	Normal	Normal
2016	Normal	Tendência a chuvoso	Tendência a chuvoso	Normal	Normal
2017	Normal	Normal	Tendência a chuvoso	Normal	Normal
2018	Normal	Normal	Tendência a chuvoso	Tendência a chuvoso	Normal

Legenda Normal Tendência a chuvoso Chuvoso Tendência a seco Seco

Fonte: Adaptado de Santos, et al. (2017)

Quanto ao contexto local do bioma Cerrado (estações situadas no interior do Estado de Mato Grosso) nota-se, no Quadro 02, que 15,81% das ocorrências correspondem a anos com tendência a secos ou secos, sendo que outro 17,94% correspondem a anos com tendência a chuvosos ou chuvosos. O resto são anos classificados como normais (66,25% do total de anos representados).

O Quadro 02 mostra que as estações de São José do Rio Claro e Canarana tiveram uma sequência de anos com tendência a secos ou secos entre 1995 e 1998. Por exemplo, a estação de Canarana registrou uma média de 1.000 mm no ano de 1995, enquanto em São José do Rio Claro essa média foi de 480,0 mm no ano de 1996.

Quadro 02: Classificação do comportamento pluviométrico nos últimos 30 anos nas estações estudadas (contexto local)

Ano	Estações com registros analisados						Canarana	Cáceres
	Nova Xavantina	Poxoréu	Cuiabá	Padre R. Remetter	Diamantino	São J. do Rio Claro		
1988	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	-	-	Normal
1989	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	-	-	Normal
1990	Normal	Tendência a chuvoso	Normal	Normal	Normal	-	-	Normal
1991	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	-	-	Normal
1992	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	-	-	Normal
1993	Normal	Tendência a chuvoso	Normal	Normal	Tendência a seco	-	-	Normal
1994	Normal	Tendência a chuvoso	Normal	Normal	Normal	-	-	Normal
1995	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Tendência a seco	Normal
1996	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Tendência a seco	Tendência a seco	Normal
1997	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Tendência a seco	Tendência a seco	Normal
1998	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Tendência a seco	Tendência a seco	Normal
1999	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Tendência a seco	Normal	Normal
2000	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal
2001	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal
2002	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal
2003	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal
2004	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal
2005	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal
2006	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal
2007	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal
2008	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal
2009	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal
2010	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal
2011	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal
2012	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal
2013	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal
2014	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal
2015	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal
2016	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal
2017	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal
2018	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal

Legenda Normal Tendência a chuvoso Chuvoso Tendência a seco Seco Anos sem registros

Fonte: Adaptado de Santos, et al. (2017).

As quedas nas precipitações em São José do Rio Claro e Canarana durante os anos de 1997 e 1998 pode-se associar à influência da fase quente do evento ENOS (El Niño), como evidenciado no Quadro 03. Outras ocorrências de anos secos ou com tendência a secos também se associam ao evento ENOS, seja à citada fase quente, ou à fase fria (La Niña). São los casos, por exemplo, das estações: Padre Ricardo Remetter e São José do Rio Claro (1997-1998); Cuiabá (2000-2001); Cáceres (1999-2000 e 2002-2003); Poxoréu e Nova Xavantina (2007 e 2015-2016); e Diamantino (2015).

Quadro 1: Anomalias das precipitações durante eventos ENOS nas estações meteorológicas estudadas

*	Ano	Anomalias das precipitações – Estações*												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
La Niña	1988-1989													
El Niño	1991-1992													
El Niño	1992-1993													
El Niño	1997-1998													
La Niña	1998-1999													
La Niña	1999-2000													
El Niño	2002-2003													
El Niño	2006-2007													
La Niña	2007-2008													
El Niño	2009-2010													
La Niña	2010-2011													
El Niño	2015-2016													
La Niña	2017-2018													

Legenda

Evento	Intensidade		
El Niño	Forte	Moderado	Fraco
La Niña	Moderado	Fraco	

Comportamento das precipitações			
Anomalia positiva	Anomalia negativa	Comportamento irregular	Sem dados

* Eventos.

Estações: 1 (Aragarças); 2 (Cáceres); 3 (Cuiabá); 4 (Diamantino); 5 (Goiás); 6 (Jatai); 7 (Pedro Afonso); 8 (Peixe); 9 (Poxoréu); 10 (Nova Xavantina); 11 (Padre Ricardo Remetter); 12 (São José do Rio Claro); 13 (Canarana). Fonte: Organizado pelos autores com base em dados do INPE (2019).

No Quadro 03 se observa o predomínio do comportamento irregular das precipitações em anos com afetações pelo evento ENOS (alternância de anos com valores superiores ou inferiores à média). Além disso, ao comparar as informações do Quadro 03 com os Quadros 01 e 02, percebe-se que outras muitas manifestações de comportamento irregular das precipitações não estiveram associadas à alguma das fases do evento ENOS.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na identificação da variabilidade climática regional no bioma Cerrado durante o período 1988-2018, observou-se uma grande variabilidade interanual no volume de chuvas, com eventos extremos de diferente intensidade e duração. Foi verificada uma tendência negativa das precipitações no sul e sudeste de Mato Grosso, bem como no volume diário de chuvas na maioria das estações localizadas no bioma Cerrado, com significância estatística em algumas delas.

Quanto à temperatura máxima do ar, oscilou geralmente entre 30 e 35⁰C, sendo agosto-outubro o trimestre mais quente na grande maioria das estações, o que se relaciona com a localização geográfica do bioma. Quando analisada a correspondência entre as anomalias da precipitação e a incidência dos fenômenos El Niño ou La Niña, corroborou-se que apenas algumas delas ocorreram em anos com afetação desses eventos, pelo que resulta necessário aprofundar os estudos para identificar outras possíveis causas dessas alterações, como é o caso do desmatamento.

REFERÊNCIAS

BAYER, D. M. **Efeitos das mudanças de uso da terra no regime hidrológico de bacias de grande escala**. Tese (Doutorado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2014, 172 p. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/95694/000918308.pdf?sequence=1> Acesso em: 17 jul. 2020.

CONFALONIERI, U. E. C. Variabilidade climática, vulnerabilidade social e saúde no Brasil. In: **Terra Livre**, Ano 19 - vol. I - n. 20 p. 193-204, São Paulo, jan/jul. 2003. Disponível em: <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd68/uconfalonieri2.pdf> Acesso em: 14 jun. 2020.

FISCH, G.; SANTOS, T. A. dos; SILVA, R. C. da. Water security in the Vale do Paraíba's basin: future scenarios. **Ambiente & Água**, vol. 12, n. 6, p. 881-887, Taubaté, Nov./Dec. 2017. <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.2156>

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2000.

GRIMM, A. M.; MULLER, I. I.; KRUGER, C. M; KAVISKI, E. Variações pluviométricas nos estados de São Paulo e Paraná entre os períodos pré e pós 1970 e suas possíveis causas. In: X Congresso Brasileiro de Meteorologia/VII Congresso da FLISMET, Brasília. **Anais...** Sociedade Brasileira de Meteorologia, 1998.

INPE-Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Monitoramento do El Niño durante DJF-2019**. Disponível em: <<http://enos.cptec.inpe.br/>> Acesso em: 14 jun. 2020.

IPCC-International Panel of Climate Change. **AR4 Climate Change 2007: The Physical Science Basis**. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the

Intergovernmental Panel on Climate Change [SOLOMON, S.; D. QIN; M. MANNING; et. al. (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 996 p.

_____. **Aquecimento Global de 1,5°C. Sumário para Formuladores de Políticas.** Relatório especial do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas. Genebra, Suíça, 2018. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2019/07/SPM-Portuguese-version.pdf> Acesso em: 24 jul. 2020.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Técnicas de pesquisa.** 3 ed. São Paulo: Atlas, 2007.

MACHADO, R. B.; RAMOS NETO, M. B.; PEREIRA, P. G. P.; CALDAS, E. F.; GONÇALVES, D. A.; SANTOS, N. S. TABOR, K.; STEININGER, M. **Estimativas de perda da área do Cerrado brasileiro.** Relatório técnico não publicado. Conservação Internacional, Brasília, DF, Julho, 2004. Disponível em: https://jbb.ibict.br/bitstream/1/357/1/2004_%20Conservacao%20Internacional_%20estimativa_desmatamento_cerrado.pdf Acesso em: 19 set. 2020.

MARENCO, J. A. Água e mudanças climáticas. **Estudos Avançados** 22 (63), p. 83-96, 2008

MATOS, L. A. de. **Fatores condicionantes da disponibilidade hídrica em assentamentos do setor meridional da Província Serrana-MT, Brasil.** Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade do Estado de Mato Grosso, 2018, 97 p.

MIRANDA, J. M. Cap. 1: Conceitos Fundamentais. In: MIRANDA, J. M. (Org.). **Terra, Ambiente e Clima: Introdução à Ciência do Sistema Terrestre** (p. 6-27). Universidade de Lisboa, Fac. de Ciências. Departamento de Eng. Geográfica, Geofísica e Energia, Lisboa, 2010. Disponível em: <http://194.117.7.100/tac/TAC_2010.pdf> Acesso em: 13 fev. 2018.

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

OMM-Organização Meteorológica Mundial. Documentos básicos, 2. **Regulamento Técnico, Volume I:** Normas meteorológicas de carácter general y normas recomendadas (OMM-Nº 49). Edição de 2015, atualização de 2016. Genebra, Suíça.

PBMC-Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas. **Sumário Executivo.** Base Científica das Mudanças Climáticas. Contribuição do Grupo de Trabalho 1 ao Primeiro Relatório de Avaliação Nacional do PBMC. Rio de Janeiro, 2013. 28 p. Disponível em: http://www.pbmc.coppe.ufrj.br/documentos/MCTI_PBMC_Sumario%20Executivo%204_Finalizado.pdf Acesso em: 21 abr. 2020.

REIS, T.; RUSSO, V.G.; RIBEIRO, P.; MOUTINHO, A.; GUIMARÃES, M.; STABILE, A.; ALENCAR, A.C.; CRISOSTOMO, D.; SILVA, J. S. **Oportunidades e desafios climáticos no Cerrado brasileiro.** 2017. Disponível em: https://ipam.org.br/wp-content/uploads/2017/11/PB-Cerrado-COP23-web_pt.pdf Acesso em: 18 set. 2020.

ROCHA, P. C.; TOMMASELLI, J. T. G. Variabilidade hidrológica nas bacias dos rios Aguapeí e Peixe, região oeste paulista. **Revista Brasileira de Climatologia.** Ano 8 – Vol. 10, p. 69-84, JAN/JUN 2012.

SALEMI, L. F.; GROppo, J. D.; TREVISAN, R.; SEGHEsi, G. B.; MORAES, J. M. de; FERRAZ, S. F. de B.; MARTINELLI, L. A. Consequências hidrológicas da mudança de uso da terra de floresta para pastagem na região da floresta tropical pluvial Atlântica. **Revista Ambiente & Água**, v. 7, n. 3, p. 128-140, 2012. <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.927>

SALVADOR, M. de A. **Análise da variabilidade climática na nova fronteira agrícola do Brasil: região do Matopiba**. Tese (Doutorado em Meteorologia). Universidade Federal de Campina Grande-PB. Dezembro de 2014, 119 p.

_____. Nota de pesquisa: CLIMAP - Aplicativo para análise de dados climáticos – Versão 3.0. **Revista Brasileira de Climatologia**. 20, p.349-374, 2017.

DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/abclima.v20i0.46351>

SALVADOR, M. de A; BRITO, J. I. B. Trend of anual temperature and frequency of extreme events in the MATOPIBA region of Brazil. **Theor Appl Climatol** 133, 253-261. 2018. <http://doi.org/10.1007/s00704-017-2179-5>

SALVIANO, M. F.; GROppo, J. D.; PELLEGRINO, G. Q. Análise de Tendências em Dados de Precipitação e Temperatura no Brasil. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 31, n. 1, p. 64-73, 2016. <http://dx.doi.org/10.1590/0102-778620150003>

SANT'ANA NETO, J. L. Mudanças climáticas globais. In: AMORIN, M. C. de C. T.; SANT'ANA NETO, J. L.; MONTEIRO, A. (Orgs.). **Climatologia urbana e regional questões teóricas e estudos de caso**. São Paulo: Outras expressões, 2013.

SANT'ANNA NETO, J. L. Da Climatologia geográfica à Geografia do clima: Gênese, paradigmas e aplicação do clima como fenômeno geográfico. **Revista da ANPEGE**, v. 4, n. 04, p. 61-88, 2008. <http://dx.doi.org/10.5418/RA2008.0404.0004>

SANTOS, B. C.; SOUZA, P. H. de; VECCHIA, F. A. da. A caracterização da precipitação do ano hidrológico de 2013-2014 na região de São Carlos/SP e sua repercussão no espaço geográfico. **Revista Brasileira de Climatologia**, Ano 13 – Vol. 21, p. 135-152, 2017. <http://dx.doi.org/10.5380/abclima.v21i0>

SILVA, M. M.; FERREIRA, V. de O.; BRITO, J. L. S. Reconhecimento de possíveis influências dos eventos El Niño e La Niña no regime pluviométrico da bacia do rio Araguari, Minas Gerais. **Revista GEONORTE**, edição especial 2, V.1, N. 5, p.754-765, 2012. Disponível em: <file:///C:/Users/Profissional/Downloads/2410-Texto%20do%20artigo-6951-1-10-20160607.pdf> Acesso em: 21 jun. 2020.

TRANCOSO, R. **Mudanças na cobertura da terra e alterações na resposta hidrológica de bacias hidrográficas na Amazônia**. Dissertação (Mestrado em Ciências de Florestas Tropicais). Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA. Manaus, 2006, 149 p. Disponível em: file:///C:/Users/Profissional/Downloads/DissertaoINPA_RALPHTRANCOSO_2006.pdf Acesso em: 11 jul. 2020.