

Variabilidade das precipitações no setor noroeste da Bacia do Alto Paraguai**Precipitation variability in the northwset sector of the Upper Paraguay Basin**Alfredo Zenen Dominguez Gonzalez¹Antônio Roestolato Filho²Leila Nalis Paiva da Silva Andrade³**RESUMO**

Considerando o papel das precipitações na disponibilidade hídrica do bioma Pantanal, esta pesquisa objetivou identificar a variabilidade espaço-temporal das precipitações no setor noroeste da Bacia do Alto Paraguai-BAP durante o período 1994-2018, com base nos registros de 10 postos pluviométricos. A metodologia adotada incluiu: preenchimento das falhas de cada posto pelo método de Ponderação Regional; determinação das médias de precipitação (anuais, sazonais e mensais); e identificação da variabilidade (interanual e intra-anual) com base na classificação de anos padrões. Os resultados mostram que a média anual da precipitação é muito irregular, com um gradativo declínio na transição planalto – planície, influenciada pelo relevo. Entretanto, a sua variabilidade interanual não mostra regularidade; porém, nos anos com anomalias, a maioria delas são negativas. Na variabilidade intra-anual, a sazonalidade manifesta-se em um período chuvoso com duração de sete meses (outubro-abril) e outro menos chuvoso de cinco meses (maio-setembro), sendo J-F-M o trimestre mais chuvoso e J-J-A o mais seco. Na variabilidade mensal predominam as anomalias negativas (especialmente os meses secos). Quanto aos extremos de precipitação, no trimestre mais chuvoso existe equilíbrio entre extremos positivos e negativos (meses com volume $\geq 40\%$ e $\leq 40\%$ do que a média histórica). Porém, no trimestre mais seco a maioria dos extremos são negativos (meses com volume $\leq 40\%$ da média). Também constatou-se que, em anos com afetação pelo evento ENOS-El Niño Oscilação Sul a intensidade das anomalias é maior. Conclui-se que a variabilidade das precipitações na região noroeste da BAP tem continuado a tendência à seca mostrada no século XX.

Palavras-Chave: Anomalias; Anos padrões; Tendências.**ABSTRACT**

- 1 Professor. Departamento de Geografia. Universidade do Estado de Mato Grosso, Campus de Cáceres. E-mail: alfredozdg@gmail.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9192-342X>
- 2 Professor. Departamento de Geografia. Universidade do Estado de Mato Grosso, Campus de Cáceres. E-mail: arostolatof@gmail.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3630-7496>
- 3 Professora. Departamento de Geografia. Universidade do Estado de Mato Grosso, Campus de Cáceres. E-mail: leilaandrade@unemat.br ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0571-4833>

In view of the role of precipitation in the water availability of the Pantanal biome, this research aimed to identify the space-time variability of precipitation in the northwest sector of the Upper Paraguay Basin-BAP during the period 1994-2018, based on the records of 10 pluviometric stations. The methodology adopted included, for each post: filling in missing data using the Regional Weighting method; determination of rainfall averages (annual, seasonal and monthly), and identification of variability (inter-annual and intra-annual) based on the classification of standard years. The results show that the average annual precipitation is very irregular, with a gradual decline in the plateau - plain transition, influenced by the relief. Its interannual variability does not show regularity; however, in years with anomalies, most of them are negative. In intra-annual variability, seasonality manifests itself in a rainy period lasting seven months (October-April) and a less rainy five-month period (May-September), with J-F-M being the wettest quarter and J-J-A being the driest. In the monthly variability, negative anomalies predominate (especially the dry months). With regard to precipitation extremes, in the wettest quarter there is a balance between positive and negative extremes (months with volume $\geq 40\%$ and $\leq 40\%$ than the historical average). However, in the driest quarter, most extremes are negative (months with volume $\leq 40\%$ of the average). Furthermore, in years affected by the ENOS-El Niño Southern Oscillation event, the intensity of the anomalies is greater. It is concluded that the variability of rainfall in the northwest region of the BAP has continued the trend towards drought shown in the 20th century.

Keywords: Anomalies; Standard years; Tendencies.

INTRODUÇÃO

Como apontado por Rebouças (2002), o termo *água* refere-se, em geral, ao elemento natural desvinculado de qualquer uso ou utilização. Por sua vez, o termo *recurso hídrico* é a consideração da água como bem econômico. Assim, nem toda a água da Terra é, necessariamente, um recurso hídrico, pois a sua utilização nem sempre é economicamente viável.

A distribuição dos volumes de água estocados nos principais reservatórios da Terra mostra que 97,5% do volume total está nos oceanos e apenas 2,5% é água doce. Porém, 68,9% dessa água doce forma as calotas polares e as geleiras, 29,9% é água subterrânea, 0,9% compõe a umidade dos solos e pântanos, e somente 0,3% está estocado em rios e lagos (REBOUÇAS et. al., 1999).

Essas águas estão em constante movimento através dos processos envolvidos no ciclo hidrológico. Por isso resulta essencial não interferir nesses processos para não alterar o balanço hídrico (e isso é possível quando se faz um planejamento e uma gestão adequada dos recursos hídricos com base em políticas públicas que permitam o uso racional das águas disponíveis e a redução dos conflitos advindos do seu uso múltiplo).

O Brasil, mesmo sendo um país rico em recursos hídricos, a histórica falta de proteção integral de áreas naturais (especialmente de rios e áreas de nascentes), de conjunto com a poluição, vêm agravando gradativamente a problemática da água, situação ainda mais preocupante devido à desigual distribuição deste recurso entre as diferentes regiões do país (TUNDISI, 2003).

Isso, de conjunto com um rápido crescimento da demanda (sob uma “cultura do desperdício” da água disponível e uma tradicional falta de investimentos para o reuso da água) tem gerado situações de escassez e estresse em relação à disponibilidade hídrica, entendida como a quantidade de água efetivamente disponível para os diversos usos, de forma duradoura ou permanente (VIEIRA, 1999). Por isso, na sua avaliação é fundamental definir se existe disponibilidade para satisfazer a demanda.

Para Cruz (2001) a disponibilidade hídrica é o total da vazão (descarga líquida média), com suas variações sazonais e entre diferentes setores da bacia hidrográfica (parte dessa vazão é usada pela sociedade e outra parte mantida para conservar a integridade do sistema ambiental e para atender outros usos, como navegação e recreação). Assim, a disponibilidade dos recursos hídricos é essencial no planejamento e gestão desses recursos, sendo uma informação básica para decidir sobre a outorga de direito de uso dos recursos hídricos, como estabelecido no Art. 11 da lei 9.433/1997 (BRASIL, 1997).

A disponibilidade da água é influenciada pelo comportamento do ciclo hidrológico, no qual a precipitação (além da cobertura vegetal) tem grande influência (VENIZIANI JUNIOR, 2018). Daí a importância do estudo das precipitações pela sua relação com o escoamento superficial (GARCEZ e ALVAREZ, 1988), pois este, que tem origem essencialmente nas precipitações, garante a vazão dos rios e córregos (volume de água escoado em uma determinada seção do curso de água por unidade de tempo, segundo MACIEL, 2017).

Salienta-se que o conhecimento das variações ocorridas no passado permite, identificar o efeito das mudanças climáticas sobre os sistemas hidrometeorológicos, bem como subsidiar o planejamento futuro dos recursos hídricos e, com isso, da produção de alimentos (OBREGÓN e MARENGO, 2007). Além disto, a variabilidade espacial da precipitação constitui informação básica

para estudos hidrológicos, manejo de bacias hidrográficas e gestão de recursos hídricos (SALGUEIRO, 2005; SANTOS et. al., 2011). Para estudar essas variações da precipitação utilizam-se séries temporais contínuas (uma série temporal é o conjunto de observações de uma variável, dispostas sequencialmente no tempo; ou seja, as medidas são tomadas em um ponto fixo durante um período de tempo).

Segundo Righetto (1998), uma série temporal apresenta três componentes principais: tendência (qualquer aumento ou diminuição dos valores da vazão em recorrência do tempo), periodicidade (variações sazonais das vazões em razão das condições climáticas) e um componente aleatório (aleatoriedade da ocorrência das precipitações e, conseqüentemente, das oscilações das vazões).

Tendo em consideração o anteriormente exposto, esta pesquisa objetivou identificar a variabilidade espaço-temporal das precipitações no setor noroeste da Bacia do Alto Paraguai durante o período 1994-2018.

METODOLOGIA

ÁREA DE ESTUDO

A Bacia do Alto Paraguai (BAP), formada pelo rio Paraguai e seus afluentes, é formada “...por dois grandes ecossistemas, definidos pelo relevo e pelo regime hídrico: o Planalto, caracterizado pelo bioma Cerrado e uma parte da Amazônia; e a Planície, onde se forma o bioma Pantanal” (ZUMAK et. al., 2021, p. 26). Mesmo que a BAP ocupe uma área de aproximadamente 345.000 Km² no território brasileiro, a área estudada corresponde ao seu setor noroeste, o qual se subdivide, segundo Lima (2020), em duas unidades: Área de recarga (planalto e depressão, com 61.105 km²) e Pantanal de Cáceres (com 12.371 km²).

A economia dos municípios compreendidos no setor noroeste da BAP depende do regime pluviométrico (TENUTA, 2004, apud PIZZATO et al., 2012); porém, também desse regime dependem a população e o meio ambiente (episódios plurianuais secos e úmidos afetam muito ao bioma Pantanal, como apontaram RAMOS et. al., 2020), pela sua influência na disponibilidade hídrica.

Conforme Nimer (1989), a principal massa de ar que influencia na formação de chuvas na área de estudo durante o verão é a massa Equatorial Continental-mEC (úmida e quente). No inverno, a massa Polar Atlântica (com ar frio e seco), de conjunto com o centro de alta pressão conhecido como Alta da Bolívia, geram uma queda da umidade do ar que é típica da estação seca.

Isso faz com que o clima da BAP seja considerado como Tropical semiúmido com estação seca no inverno, segundo Peel e McMahon (2007, apud MARCUZZO et. al., 2012) com temperatura média anual que oscila entre 22° e 26 C°, e precipitação média anual de aproximadamente 1.400 mm; porém, ocorre um marcado declínio do seu volume médio histórico do norte (Planalto do Parecis, com 1.600 mm) para o sul (Pantanal, com até 800 mm).

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A seleção dos dados dos postos pluviométricos para este estudo foi feita com base no Inventário das Estações Pluviométricas do Brasil (ANA, 2009), sendo selecionados um total de 10 postos, distribuídos em todo o setor noroeste da BAP (Quadro 1).

Quadro 1: Postos pluviométricos utilizados para o estudo

Nome	Bacia	Código	Latitude (S)	Longitude (W)
Colônia Rio Branco	Rio Cabaçal	01558000	15°14'43"	58°06'47"
Ponte Cabaçal MT-125		01558001	15°28'09"	57°53'39"
Alto Jauru	Rio Jauru	01558004	15°26'24"	58°35'16"
Posto Correntes		01754002	17°35'13"	54°45'24"
Porto Espiridião		01558005	15°51'06"	58°27'46"
São José do Sepotuba	Rio Sepotuba	01557005	15°05'33"	57°40'49"
Tangará da Serra		01457001	14°37'55"	57°28'06"
Destacamento da Corixa	Rio Paraguai	01658000	16°23'39"	58°20'20"
Barranquinho		01557003	15°38'31"	57°28'30"
Flechas		01657004	16°02'11"	57°15'23"

Elaborado pelos autores com base em ANA (2009).

De acordo com Lima (2020), os postos selecionados representam 50,0% do total de postos do rio Sepotuba, 100% dos existentes nos rios Cabaçal e Jauru, e 42,9% dos que possui o rio Paraguai na região. O critério de escolha desses postos foi similar ao utilizado por Molina et al. (2014): a existência de, pelo menos, 25 anos de dados consecutivos. Para

determinar o período base, descartaram-se os registros com mais de 30% da série com dados falhos em um ano, selecionando-se finalmente o período 1994 a 2018. Os dados de precipitação de cada posto foram obtidos das séries históricas disponibilizadas pela ANA (HIDROWEB v3.2.6) no site <https://www.snirh.gov.br/hidroweb/serieshistoricas>

Bertoni e Tucci (2007) afirmam que, nas séries históricas, as análises preliminares a serem efetuadas consistem no preenchimento de falhas e na verificação da consistência (grau de homogeneidade dos dados disponíveis em uma estação de coleta com relação aos registros das estações vizinhas).

Para o preenchimento das falhas encontradas nos 300 meses que compreende o registro de precipitação em cada posto, utilizou-se o método de Ponderação Regional (ponderação com base em três estações vizinhas, conforme autores como VILLELA e MATTOS, 1975; OLIVEIRA et. al., 2010; e SILVESTRE, 2016): utilizar os dados dos três postos pluviométricos mais próximos para preencher o dado do posto que apresenta falhas (porém quando alguma delas estava incompleta, foram utilizadas de apenas outros dois, conforme COSTA et. al., 2015).

Com base em Folhes e Fisch (2006) foram considerados os totais (mensais, sazonais e anuais) de chuvas, com o intuito de determinar: as médias (anuais, sazonais e mensais) de cada posto no período estudado, bem como a variabilidade das mesmas (interanual e intra-anual).

Para caracterizar os anos hidrológicos utilizou-se a metodologia de classificação de “anos padrões” de Monteiro (1976), aplicada por Santos et al. (2017) que analisaram o comportamento pluviométrico com base nos desvios da média histórica e classificaram os anos em: *Normais* (desvio entre +15% e -15%); *Tendentes a Secos* (desvio negativo entre 15% e 30%); *Secos* (desvio negativo maior do que 30%); *Tendentes a Chuvosos* (desvio positivo entre 15% e 30%); e *Chuvosos* (desvio positivo superior a 30%).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

MÉDIA HISTÓRICA DE CADA POSTO, NO PERÍODO 1994-2018

Tendo em vista a importância do conhecimento do comportamento histórico das precipitações para poder monitorar os impactos advindos de um prolongado excesso (ou falta) de chuvas (VELA et. al., 2007), foi calculada a distribuição anual (precipitação média histórica do período nos diferentes postos pluviométricos), sendo os seus valores os seguintes (em mm): Colônia Rio Branco: 1.465,3; Alto Jauru: 1.451,2; Ponte Cabaçal: 1.316,9; Posto Correntes: 1.416,2; São José do Sepotuba: 1.563,3; Porto Espiridião: 1.134,5; Tangara da Serra: 1.697,1; Destacamento da Corixa: 1.125,7; Barranquinho: 1.305,5; e Flechas: 1.330,8

Isso indica que a precipitação média anual no setor noroeste da BAP é muito irregular, apresentando um diferença de 571,4 mm entre os postos com maior e menor média anual (Tangará da Serra e Destacamento da Corixa, respectivamente). Em geral, ocorre um gradativo decréscimo no valor das isoietas na direção sul (LIMA, 2020), sendo que o máximo valor da média anual corresponde ao posto Tangara da Serra (localizado na superfície do Planalto do Parecis), seguido daqueles localizados no Planalto Jauru-Rio Branco (São José do Sepotuba, Colônia Rio Branco, Alto Jauru, Posto Correntes e Ponte Cabaçal-MT 125) e, finalmente, os postos localizados no Pantanal (Flechas, Barranquinho, Porto Espiridião e Destacamento da Corixa).

Este fato poderia ser explicado pelas diferenças no relevo regional, pois trata-se de uma faixa de transição entre o Planalto e o Pantanal, onde a altitude varia entre 400 e 1.500 metros, conforme Zumak et al (2021). Essa diferença de altitude gera um efeito orográfico reconhecido por Bergier (2013, apud MACEDO et. al., 2018).

VARIABILIDADE INTERANUAL DAS PRECIPITAÇÕES

A análise da variabilidade interanual das precipitações nas estações pluviométricas estudadas foi realizada com base em Santos et al. (2017), sendo classificados os anos em: *Normais*, *Secos*, *Chuvosos* e *Com tendência* (a seco, ou a chuvoso), como mostrado no Quadro 2.

Quadro 2: Classificação dos anos segundo o volume pluviométrico do período 1994-2018

Ano	Postos pluviométricos									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2018	Normal	Normal	Normal	Chuvoso	Normal	Normal	Normal	Seco	Normal	Chuvoso
2017	Chuvoso	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Tendente a seco	Normal	Normal
2016	Tendente a seco	Normal	Normal	Normal	Normal	Tendente a seco	Tendente a seco	Seco	Normal	Normal
2015	Normal	Normal	Normal	Tendente a seco	Normal	Seco	Normal	Seco	Normal	Normal
2014	Chuvoso	Normal	Normal	Normal	Chuvoso	Chuvoso	Chuvoso	Normal	Chuvoso	Chuvoso
2013	Normal	Chuvoso	Tendente a seco	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Tendente a seco	Normal
2012	Normal	Normal	Tendente a seco	Chuvoso	Normal	Normal	Normal	Chuvoso	Normal	Tendente a seco
2011	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal
2010	Seco	Tendente a seco	Normal	Tendente a seco	Tendente a seco	Tendente a seco	Normal	Normal	Tendente a seco	Normal
2009	Tendente a seco	Normal	Normal	Normal	Normal	Tendente a seco	Normal	Normal	Normal	Normal
2008	Tendente a seco	Tendente a seco	Normal	Normal	Normal	Tendente a seco	Normal	Chuvoso	Normal	Normal
2007	Normal	Tendente a seco	Normal	Normal	Chuvoso	Normal	Normal	Chuvoso	Normal	Normal
2006	Normal	Normal	Chuvoso	Normal	Chuvoso	Normal	Normal	Chuvoso	Chuvoso	Normal
2005	Normal	Tendente a seco	Normal	Normal	Normal	Normal	Tendente a seco	Chuvoso	Normal	Tendente a seco
2004	Normal	Normal	Normal	Normal	Tendente a seco	Normal	Tendente a seco	Normal	Normal	Tendente a seco
2003	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Chuvoso	Chuvoso	Chuvoso	Normal	Normal
2002	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Tendente a seco	Tendente a seco	Normal	Normal
2001	Chuvoso	Normal								
2000	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Chuvoso	Normal	Normal	Normal	Normal
1999	Normal	Tendente a seco	Normal	Normal	Tendente a seco	Normal	Normal	Seco	Tendente a seco	Normal
1998	Chuvoso	Normal	Chuvoso	Normal	Normal	Normal	Normal	Chuvoso	Normal	Chuvoso
1997	Normal	Normal	Chuvoso	Normal	Chuvoso	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal
1996	Chuvoso	Normal	Normal	Chuvoso	Normal	Normal	Chuvoso	Normal	Normal	Normal
1995	Normal	Tendente a seco	Normal	Tendente a seco	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Chuvoso
1994	Seco	Normal	Normal	Seco	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Tendente a seco

Legenda

Classificação dos anos		Desvios da precipitação em relação à média	
	Normal	Entre 15% a mais e 15% a menos	
	Tendente a seco	Entre 15% e 30% a menos	
	Seco	Mais do que 30% a menos	
	Tendente a chuvoso	Entre 15% e 30% a mais	
	Chuvoso	Mais do que 30% a mais	

Postos: (1) Colônia Rio Branco; (2) Alto Jauru; (3) Ponte Cabaçal MT-125; (4) Posto Correntes; (5) São José do Sepotuba; (6) Porto Espiridião; (7) Tangara da Serra; (8) Destacamento da Corixa; (9) Barranquinho; (10) Flechas.

Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

O Quadro 2 mostra oscilações no comportamento da precipitação que, como apontaram Salvi-Sakamoto e Sakamoto (2005, p. 13246) "...parecem constituir característica da variabilidade do

clima da porção central da América do Sul”. Isto é confirmado quando se considera que, do total de 250 ocorrências mostradas, a maioria delas (69,2%) seriam anos classificados como *Normais* pelo fato de o ano em análise tiver registrado volumes de precipitação de 15% ao redor da média histórica do posto correspondente.

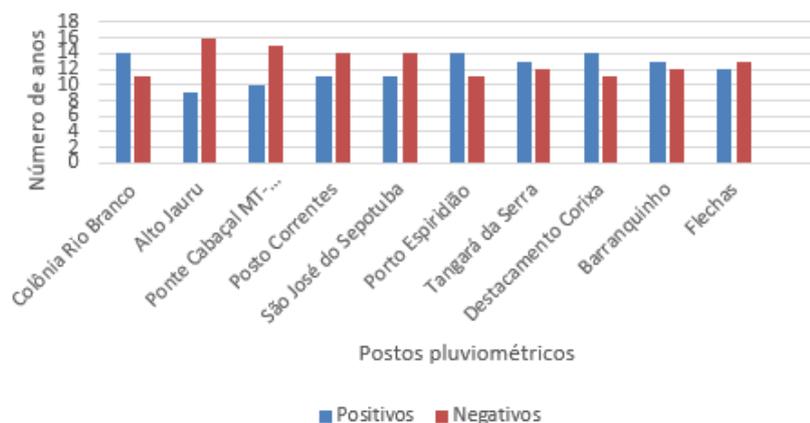
As restantes 77 ocorrências constituem anomalias da precipitação quando se aplica a citada classificação de anos padrões (sendo que, deste subtotal, a maioria correspondem a anomalias negativas), como indica a classificação dos anos: *Tendente a secos* (44,2%), *Secos* (apenas 10,4%), *Tendente a chuvosos* (35,1%) ou *Chuvosos* (10,4%).

Cabe salientar que essa tendência à seca foi identificada por Marcuzzo et al. (2012) ao estudar o comportamento da precipitação anual do Cerrado da Região Centro-Oeste durante o período 1977-2006, onde apenas os meses de fevereiro e março mostraram incremento no volume de precipitações nesse recorte temporal.

Também Tarifa (1986), analisando a variabilidade da precipitação em Cáceres (com base nas médias anuais e sazonais do período 1910 – 1970) tinha constatado que tanto a variabilidade anual quanto a sazonal foram altas nesse período, com desvios entre 30% e 40%.

O predomínio de anomalias negativas mostrado no Quadro 2 está desigualmente distribuído, pois quando expressados graficamente os desvios da precipitação para cada posto pluviométrico (Figura 1) evidencia-se que somente em 50% deles predominam os anos com anomalias negativas sobre as positivas, sendo eles: Alto Jauru (16), Ponte Cabaçal MT-125 (15), Posto Correntes (14), São José do Sepotuba (14) e Flechas (13).

Figura 1. Desvios da precipitação em relação à média histórica de cada posto (1994-2018)



Elaborado pelos autores (2022).

Cabe destacar que essa variabilidade interanual das chuvas se reflete na vazão do rio Paraguai e os seus afluentes, como mostrado no estudo de Clarke et al. (2003), o qual revelou uma notável redução da cota mínima média do rio Paraguai no período 1961 a 1970 (uma década com expressivo déficit de chuvas na região), em comparação com o período anterior (1900-1960) e o posterior (1971-1995), sendo que neste último a cota mínima média aumentou para 144 ± 16 cm.

VARIABILIDADE INTRA-ANUAL DAS PRECIPITAÇÕES: SAZONALIDADE

Na análise da variabilidade intra-anual das precipitações, inicialmente identificou-se o seu comportamento sazonal com base no cálculo da média histórica mensal de cada posto (Quadro 3).

Quadro 3: Média mensal de chuvas (1994-2018) nos postos pluviométricos estudados.

Posto	Meses											
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1	218,2	240,3	222,2	126,2	45,6	24,3	8,4	27,0	59,2	107,0	198,7	196,5
2	220,9	229,7	205,3	106,8	68,4	18,2	13,3	19,6	41,9	115,4	200,5	206,1
3	223,3	236,6	182,4	95,2	46,6	13,8	10,7	25,5	48,9	89,3	150,1	198,3
4	225,2	218,8	209,9	103,3	55,3	17,4	12,5	15,7	57,5	112,6	193,5	192,6
5	284,7	247,3	237,9	98,8	50,3	19,7	12,3	17,2	53,7	126,7	191,0	224,2
6	200,4	195,5	156,7	64,7	36,6	12,9	11,3	18,7	40,3	95,9	142,1	159,3
7	277,3	282,4	249,6	135,7	52,3	12,5	11,7	20,2	52,9	137,5	191,9	272,8
8	206,4	196,5	161,6	78,1	41,4	22,3	7,2	16,8	37,2	83,2	117,1	164,2
9	240,3	229,7	186,9	69,6	40,3	22,5	10,1	11,4	36,5	91,8	145,3	218,4
10	201,4	212,7	204,1	86,8	63,1	23,8	13,6	6,6	46,2	117,8	159,3	263,1

Legenda

	Período chuvoso
	Período menos chuvoso

P - Postos: Colônia Rio Branco; (2) Alto Jauru; (3) Ponte Cabaçal; (4) Posto Correntes; (5) São José do Sepotuba; (6) Porto Espiridião; (7) Tangará da Serra; (8) Destacamento da Corixa; (9) Barranquinho; (10) Flechas.

Fonte: Organizado pelos autores (2022).

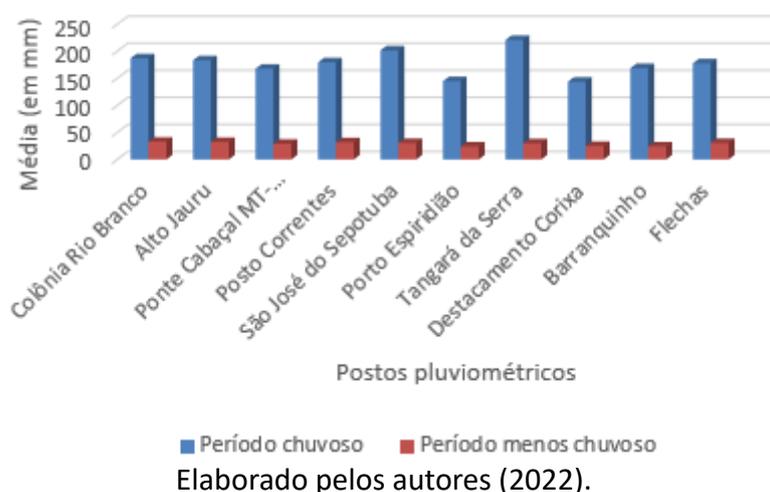
De acordo com as médias mensais mostradas no Quadro 3, podem-se diferenciar dois períodos durante o ano. No período chuvoso, com duração de sete meses (outubro – abril) os meses de janeiro, fevereiro e março (J-F-M) constituem o trimestre mais chuvoso, sendo os meses de janeiro e fevereiro os que mais se destacam em relação à quantidade de precipitação.

No período menos chuvoso, com duração de cinco meses (maio-setembro), junho, julho e agosto (J-J-A) conformam o trimestre mais seco, sendo julho o mês que registra os menores valores da média mensal (marcando o momento mais crítico da seca meteorológica na região), pois como destacara Nimer (1989, p. 410) nesta época do ano a ocorrência de chuvas depende quase que exclusivamente “...das chuvas frontais, proporcionadas pela passagem de frentes polares trazidas do sul pelo anticiclone polar”

Os dados do Quadro 3 também confirmam o apontado por Barros (2003): que mesmo sendo a duração do período seco na região Centro-Oeste de cinco meses (geralmente), os meses de maio e setembro são muito pouco chuvosos (porque marcam a transição entre os dois períodos supracitados).

Essa forma de manifestação da sazonalidade na região noroeste da BAP também foi encontrada por autores como Pizzato et al. (2012) e Ramos et al. (2020), e mostra variações entre os diferentes postos pluviométricos que respondem à sua localização dentro da área, pois a média pluviométrica do período menos chuvoso é muito mais reduzida nos postos localizados na Planície do Pantanal do que naqueles localizados sobre o Planalto Jauru – Rio Branco e, ainda, sobre o Planalto do Parecis (Figura 2).

Figura 2: Médias sazonais de precipitação na área de estudo (1994-2018)

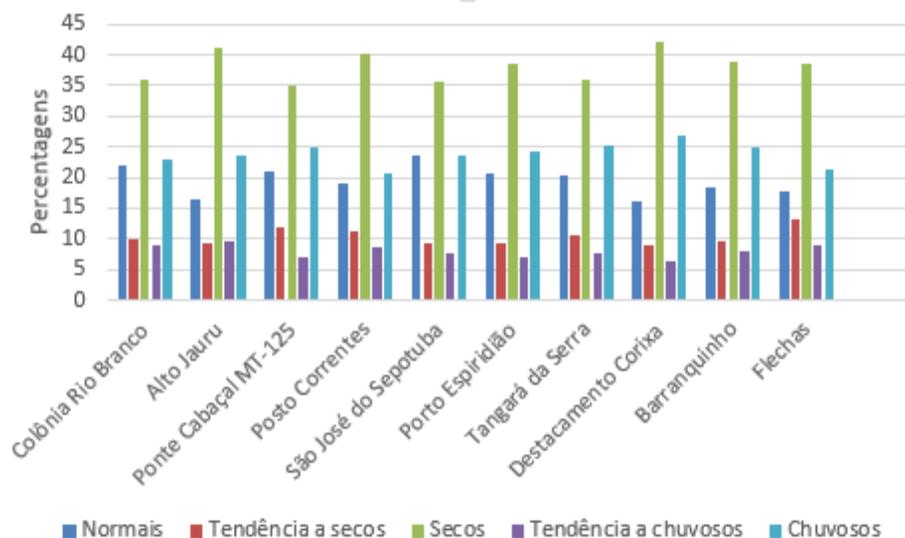


No entanto, a média do mês de janeiro no posto Tangará da Serra para o período 1994-2018 é bem menor que a encontrada por Leandro (2020) ao analisar a média da série histórica 1970-2018, a qual ultrapassou 311,6 mm no referido mês.

VARIABILIDADE INTRA-ANUAL DAS PRECIPITAÇÕES: COMPORTAMENTO MENSAL

Para a sua identificação também foi aplicada a classificação proposta por Monteiro (1976) a cada um dos valores de chuva mensal do período 1994-2018, registrados pelos postos estudados. O resultado (Figura 3) mostra que em todos os postos predominaram os meses classificados como Secos (com uma proporção entre 35% do total de meses do período no posto Ponte Cabaçal MT-125, e 42% do total de meses no posto Destacamento da Corixa).

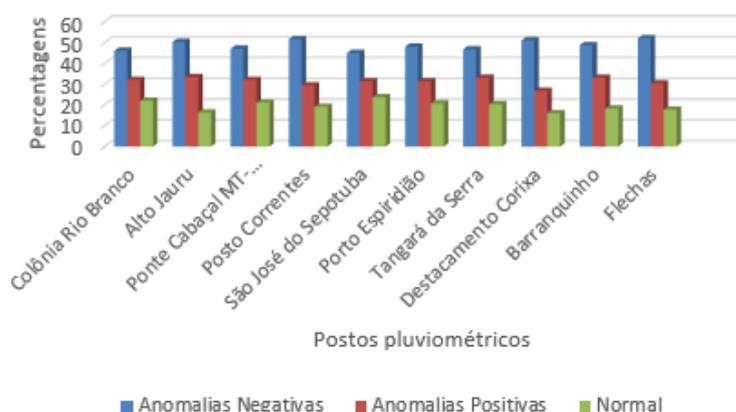
Figura 3: Classificação dos meses conforme o volume de precipitação registrado no período 1994-2018, no setor noroeste da BAP



Elaborado pelos autores (2022).

Isso explica que, quando considerado o conjunto de anomalias (soma dos meses *Secos* ou *Com tendência a secos*, e dos meses *Chuvosos* ou *Com tendência a chuvosos*), também exista um notável predomínio dos anos com anomalias mensais negativas, sendo que eles representam 80% dos anos analisados, como evidenciado na Figura 4.

Figura 4: Percentagens de meses com anomalias no volume de precipitação



Elaborado pelos autores (2022).

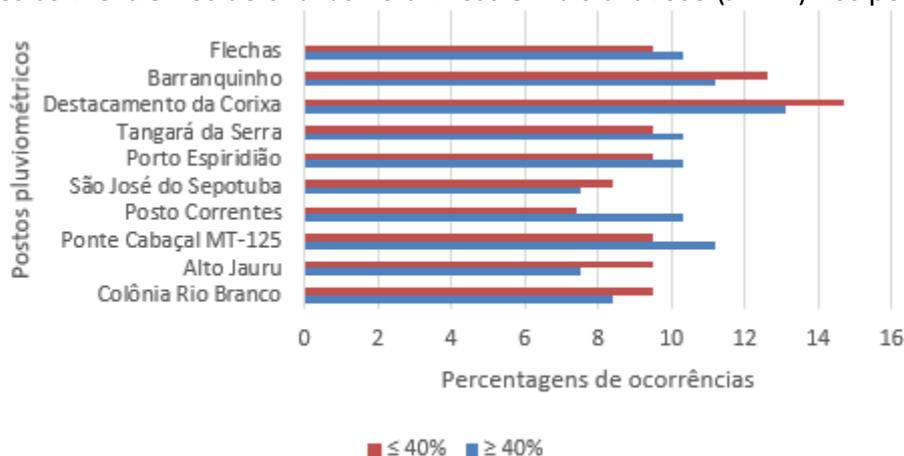
EXTREMOS DE PRECIPITAÇÃO NA ÁREA ESTUDADA

A análise dos extremos de precipitação foi feita com base no comportamento das mesmas nos trimestre mais chuvoso (J-F-M) e no mais seco (J-J-A), sendo selecionados aqueles valores que representam anomalias (positivas ou negativas) em relação à chuva média histórica mensal de cada posto (meses com volumes \geq a 40%, e \leq 40%).

Corroborou-se que, de 300 meses contidos na série de cada posto nos 25 anos analisados (3.000 meses em total), o trimestre mais chuvoso teve 107 ocorrências (3,6% dos 3.000 meses das séries) com volume de chuva \geq 40% da média histórica desses meses, e 95 ocorrências com volume \leq 40% da média (3,2%), o que evidencia um relativo equilíbrio entre as anomalias positivas e negativas ocorridas no trimestre mais chuvoso do ano na região.

Na Figura 5, que representa o trimestre mais chuvoso, nota-se que os extremos de anomalias negativas no referido trimestre aparecem em dois postos (Destacamento da Corixa e Barranquinho). Entretanto, também Destacamento da Corixa e Barranquinho, de conjunto com Ponte Cabaçal MT-125, são os postos com maior destaque quando considerados os extremos positivos neste trimestre do ano.

Figura 5: Meses com extremos de chuvas no trimestre mais chuvoso (J-F-M) nos postos estudados

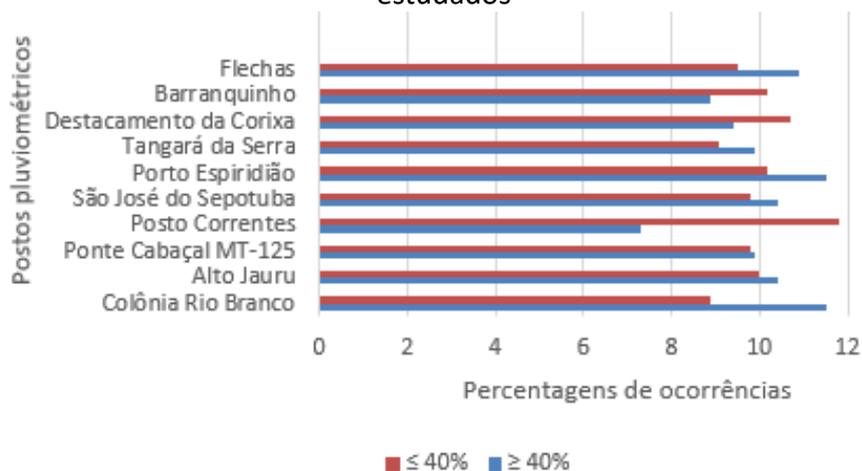


Elaborado pelos autores (2022).

No tocante ao trimestre mais seco do ano (J-J-A), o mesmo apresentou 192 ocorrências (6,4%) com chuvas equivalentes a 40% ou mais da média histórica, e outras 440 (14,7%) com

volumes iguais ou inferiores a 40% da média. A Figura 6 mostra o comportamento para cada posto pluviométrico.

Figura 6: Meses com extremos de chuvas no trimestre mais seco do ano (J-J-A), nos postos estudados



Elaborado pelos autores (2022).

Na Figura 6 percebe-se que os extremos de anomalias negativas aparecem em: Posto Correntes, Destacamento Corixa, Barranquinho e Porto Espiridião (todos com mais de 10%). Entretanto, Colônia Rio Branco, Porto Espiridião, Flechas, São José do Sepotuba e Alto Jauru, são os postos com maior destaque quando considerados os extremos positivos (todos com mais de 10%).

Cabe destacar que tanto a variabilidade interanual como a intra-anual é influenciada pelas mudanças climáticas (que alteram o volume de precipitação pluviométrica, como apontado por COSTA et al., 2015), bem como pela incidência do evento ENOS-El Niño Oscilação Sul, com as suas fases positiva (El Niño) e negativa (La Niña).

Visando verificar a magnitude da influência do evento ENOS-El Niño Oscilação Sul na gênese de anomalias de precipitação na região estudada, foi feita a análise do comportamento das anomalias em uma seleção de anos com e sem incidência do evento supracitado (Quadro 4).

Quadro 4: Relação das anomalias mensais de chuvas no setor noroeste da BAP com o evento ENOS-El Niño Oscilação Sul (período 1994-2018)

Ano	Classificação					Meses com anomalias			Incidência do evento ENOS
	N	TS	S	TCh	Ch	Total	Positivas (%)	Negativas (%)	
1994	21,7	10,8	31,7	10,0	25,8	94	45,7	54,3	Sem incidência
1995	19,2	9,2	42,5	3,3	25,8	97	36,1	63,9	
1996	13,3	10,8	34,2	10,8	30,9	104	48,1	51,9	
2001	19,2	15,0	34,2	8,3	23,3	97	39,2	60,8	
1997	19,2	10,0	28,3	6,7	35,8	97	52,6	47,4	El Niño (Forte)
1998	21,7	5,8	35,8	5,8	30,8	94	46,8	53,2	
2015	18,3	13,3	44,2	5,0	19,2	98	29,6	70,4	
2016	18,3	12,5	44,2	10,0	15,0	98	30,6	69,4	
2010	10,8	10,8	63,3	4,2	10,8	107	16,8	83,2	La Niña (Moderado)
2011	15,0	10,8	47,5	12,5	14,2	102	31,4	68,6	
2017	23,3	10,0	35,8	11,7	19,2	92	40,2	59,8	
2018	2,2	10,0	34,2	9,1	22,5	91	41,8	58,2	

Legenda: N – Normal; TS – Tendência a Seco; S – Seco; TCh – Tendência a chuvoso; Ch – Chuvoso. Elaborado pelos autores (2022).

Os dados mostrados no Quadro 4 indicam que, nos anos analisados, além da grande variabilidade sazonal das chuvas (típica do clima regional), existe uma notável variabilidade dentro de uma mesma estação (seja a chuvosa ou a menos chuvosa), o que pode estar associado aos diversos fatores condicionantes da dinâmica das precipitações na região, principalmente os relacionados aos sistemas atmosféricos e ao relevo.

Isso explica a escassa percentagem de meses classificados como Normais, ou seja, com desvio da precipitação (positivo ou negativo) de até 15% em relação á média do mês correspondente. Entretanto, resultam predominantes os meses classificados como Secos (por exemplo, os anos 1999 e 2010, com afetação pela fase fria do evento ENOS, com intensidade moderada), sobre os Chuvosos (com apenas uma exceção: 1997, um ano com afetação pela fase quente do citado evento, com intensidade Forte). Salienta-se que este evento oceânico-atmosférico gera mudanças de grande escala na circulação atmosférica, que influenciam fortemente a variabilidade interanual da precipitação, aspecto apontado por autores como Nery et al. (1998, apud SOUSA e NERY, 2002) e Noronha et al. (2016).

Entretanto, os dados do Quadro 5 também mostram que nem sempre a variabilidade intra-anual está associada à incidência de alguma das fases do evento ENOS (vejam-se as anomalias dos anos 1994 a 1996); porém, deve-se reconhecer que a intensidade das anomalias (tanto positivas quanto negativas), é maior em anos com afetação por esse evento, como é o caso de 2010 e 2011 (afetação por La Niña) e também de 2015 (afetação pelo El Niño).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

No setor noroeste da Bacia do Alto Paraguai a precipitação média anual histórica do período 1994-2018 é irregular e desigual, com diferença de 571,4 mm entre os postos com maior e menor média, bem como um gradativo decréscimo na direção do Pantanal. Já a variabilidade interanual das chuvas, mesmo não indicando regularidade, apresenta predomínio de anomalias negativas (54,5% do total), ou seja, anos classificados como Tendentemente secos ou Secos.

A variabilidade intra-anual se manifesta no seu comportamento sazonalidade e mensal. No primeiro caso, diferenciam-se dois períodos: o chuvoso, entre outubro e abril (sendo o trimestre janeiro-março o mais chuvoso) e o menos chuvoso, entre maio e setembro (sendo junho-agosto o trimestre mais seco e o mês de julho o mais crítico da seca meteorológica). A média pluviométrica deste último período é muito mais reduzida nos postos localizados na planície do rio Paraguai. No tocante à variabilidade mensal das precipitações, em todos os postos predominaram os meses Secos (as anomalias mensais negativas representam 80% dos anos analisados).

Em relação aos extremos de precipitação no trimestre mais chuvoso (J-F-M), as anomalias negativas (valores $\leq 40\%$ da média histórica) aparecem em postos do Pantanal, os quais também se destacam pelos extremos positivos (valores $\geq 40\%$ da média). No trimestre mais seco, a maioria das anomalias extremas são negativas, com 440 ocorrências (14,7% do total de meses da série no conjunto dos postos analisados) e ocorreram geralmente em postos do Pantanal ou a sua periferia.

O clima da área estudada mostra uma grande variabilidade das precipitações, manifestada tanto sazonalmente quanto dentro de uma mesma estação (seja a seca ou a chuvosa), o que pode estar associado a fatores como: o relevo regional (transição planalto-planície), as mudanças

climáticas globais e a incidência do evento ENOS-El Niño Oscilação Sul, pois nem sempre a variabilidade está associada à incidência de alguma das fases deste evento.

REFERÊNCIAS

ANA - Agencia Nacional de Águas. **Inventário das Estações Pluviométricas do Brasil**. 2ª Edição. Superintendência de Gestão da Rede Hidrometeorológica. Brasília-DF: ANA; SGH, 2009, 495 p. Disponível em:

<http://arquivos.ana.gov.br/inf hidrologicas/InventariodasEstacoesPluviometricas.pdf> Acesso em: 27 mai. 2022.

BARROS, J. R. **A chuva no Distrito Federal: o regime e as excepcionalidades do ritmo**. Dissertação (Mestrado em Geografia). São Paulo: Universidade Estadual Paulista-UNESP, Campus de Rio Claro, 2003, 216 p.

BERTONI, J. C.; TUCCI, C. E. M. Precipitação. In: TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: ciência e aplicação**. Porto Alegre: UFRGS, 2007, p. 177-241.

BRASIL. Palácio do Planalto. **Lei federal 9.433 de 8 de janeiro de 1997**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm Acesso em: 23 mai. 2022.

CLARKE, R. T.; TUCCI, C. E. M.; COLLISCHONN, W. Variabilidade Temporal no Regime Hidrológico da Bacia do Rio Paraguai. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos** Vol. 8, n. 1, p. 201-211, 2003.

COSTA, V. J.; FERREIRA, M.; CORDEIRO, M. T. A. Análise de séries temporais climáticas. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 14, n. 2, p. 169-177, Lages, 2015.

CRUZ, J. C. **Disponibilidade hídrica para outorga: avaliação de aspectos técnicos e conceituais**.

Tese (Doutorado em Engenharia). Universidade Federal do Rio G do Sul. Porto Alegre, 2001, 199 p. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/2602/000323130.pdf> Acesso em: 15 mai. 2022.

COSTA, M. S.; LIMA, K. C.; ANDRADE, M. M.; GONÇALVES, W. A. Tendências observadas em extremos de precipitação sobre a região Semiárida do Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 8, n. 5, p. 1321-1334, 2015.

FOLHES, M. T; FISCH, G. Caracterização climática e estudo de tendências nas séries temporais de temperatura do ar e precipitação em Taubaté (SP). **Revista Ambiente & Água**, vol. 1, n. 1, p. 61-71, 2006. DOI: 10.4136/ambi-agua.6

GARCEZ, L. N.; ALVAREZ, G. A. **Hidrologia**, 2 Ed. revista e atualizada. São Paulo: Edgard Blücher, 1988.

LEANDRO, G. R. dos S. **Interações hidromorfodinâmicas na bacia hidrográfica do rio Sepotuba – Alto Paraguai, Mato Grosso – Brasil**. Tese (Doutorado em Geografia). Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP). Presidente Prudente – SP, 2020, 287 p.

LIMA, T. E. de. **Bacia hidrográfica do Alto Paraguai: Área de Recarga e Pantanal Norte**. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade do Estado de Mato Grosso, Cáceres, 2020, 202 p. Disponível em:
<http://portal.unemat.br/media/files/PPGGEO/Disserta%C3%A7%C3%A3o%20Final%2006-03-2021.pdf> Acesso em: 11 abr. 2022.

MACEDO, H. de A.; STEVAUX, J. C.; SILVA, A.; BERGIER, I. Balanço hídrico da Bacia do Alto Paraguai por meio de dados TRMM e MOD16A2. In: 7º Simpósio de Geotecnologias no Pantanal [Anais...]. Jardim-MS, 20 a 24 de outubro 2018. Embrapa Informática Agropecuária/INPE, p. 341-351.

MACIEL, S. A. **análise da relação chuva-vazão na bacia hidrográfica do rio Paranaíba, Brasil**. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Federal de Uberlândia (UFU). Uberlândia – MG, 2017, 214 p. Disponível em:
<https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/18164/1/AnaliseRelacaoChuva.pdf> Acesso em: 13 jun. 2022.

MARCUZZO, F. F. N.; CARDOSO, M. R. D.; FARIA, T. G. CHUVAS NO CERRADO DA REGIÃO CENTRO-OESTE DO BRASIL: análise histórica e tendência futura. **Ateliê Geográfico**, v. 6, n. 2, p. 112-130, Goiânia-GO, 2012.

MOLINA, S. K. M.; ALMEIDA, I. K.; STEFFEN, J. L.; SOBRINHO, T. A. Caracterização de disponibilidade hídrica e comparação de metodologias de regionalização de vazões. **Geociências**, v. 33, n. 3, p. 506-515, São Paulo – UNESP, 2014.

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.

NORONHA, G. C. de; HORA, M. de A. G. M.; SILVA, L. P. da. Análise do Índice de Anomalia de Chuva para a Microbacia de Santa Maria/Cambiocó, RJ. **Revista Brasileira de Meteorologia**. 31 (1), 2016.
<https://doi.org/10.1590/0102-778620140160>

NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. 2. Ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1989, 422 p.

OBREGÓN G.; MARENGO, J. A. **Caracterização do clima do Século XX no Brasil: Tendências de chuvas e temperaturas médias e extremas**. Relatório 2 do subprojeto: Caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do Século XXI. Brasília-DF, 2007, 91 p.

OLIVEIRA, L. F. C.; FIOREZE, A. P.; MEDEIROS, A. M. M.; SILVA, M. A. S. Comparação de metodologias de preenchimento de falhas de séries históricas de precipitação pluvial anual. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, n. 11, p. 1186–1192, 2010.

PIZZATO, J. A.; DALLACORT, R.; TIEPPO, R. C.; et. al. Distribuição e probabilidade de ocorrência de precipitação em Cáceres (MT). **Engenharia de Biosistemas**. Pesquisa Agropecuária Trop. 42 (2), 2012. <https://doi.org/10.1590/S1983-40632012000200006>

RAMOS, R. de C.; PEREIRA, G.; CARDOZO, F. S. Comportamento do ciclo hidrológico da Bacia do Alto Paraguai e suas relações com as inundações do bioma Pantanal no período de 2000 a 2016. **Revista da ANPEGE**. v. 16. n. 29, p. 109 -132, 2020.

REBOUÇAS, A. C. Água doce no mundo e no Brasil: In: REBOUÇAS, A. C; BRAGA, B. E.; TUNDISI, J. G. (Orgs.). **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. 2. ed. São Paulo: Escrituras Editora, 2002.

REBOUÇAS, A C., BRAGA, B., TUNDISI, J. G. **Águas Doce no Brasil**. São Paulo: Editora Escrituras, 1999.

RIGHETTO, A. M. **Hidrologia e Recursos Hídricos**. São Carlos: EESC-USP, 1998. 840 p.

SANTOS, E. H. M.; GRIEBELER, N. P.; OLIVEIRA, L.F.C. Variabilidade espacial e temporal da precipitação pluvial na bacia hidrográfica do Ribeirão João Leite – GO. **Engenharia Agrícola**, v. 31, n. 1, p. 78-89, Jaboticabal, 2011.

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.

SALGUEIRO, J. H. P. B. **Avaliação de rede pluviométrica e análise de variabilidade espacial da precipitação: estudo de caso na bacia do Rio Ipojuca em Pernambuco**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal de Pernambuco, Recife-PE, 2005, 139 p.

SALVI-SAKAMOTO, L. L.; SAKAMOTO, A. Y. Notas sobre as flutuações da chuva na Bacia do Alto Paraguai. In: X Encontro de Geógrafos da América Latina. **[Anais...]**. Universidade de São Paulo, 20 a 26 de março de 2005.

SILVESTRE, M. R. **Técnicas estatísticas utilizadas em Climatologia Geográfica: diagnóstico e propostas**. Tese (Doutorado em Geografia). Universidade Estadual Paulista – UNESP – Campus de Presidente. Presidente Prudente – SP, 2016, 408 p. Disponível em:

[file:///C:/Users/Profissional/Downloads/silvestre_mr_dr_prud%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Profissional/Downloads/silvestre_mr_dr_prud%20(1).pdf) Acesso em: 14 mai. 2022.

SOUSA, P. de; NERY, J. T. Análise da variabilidade anual e interanual da precipitação pluviométrica da região de Manuel Ribas, Estado do Paraná. **Acta Scientiarum** v. 24, n. 6, p. 1707-1713, Maringá-PR, 2002.

TARIFA, J. R. O Sistema Climático do Pantanal: da compreensão do sistema à definição de prioridades de pesquisa climatológica. In: I Simpósio sobre Recursos Naturais e Socioeconômicos do Pantanal - Corumbá. [Anais...]. Brasília: EMBRAPA, 1986, p. 9-27.

TUNDISI, J. G. **Recursos Hídricos**. Instituto Internacional de Ecologia. São Carlos-SP. 2003. Disponível em: http://www.multiciencia.unicamp.br/artigos_01/A3_Tundisi_port.PDF Acesso em: 21 mai. 2022.

VELA, R. H. N.; DALLACORT, R.; NIED, A. H. Distribuição decendial, mensal e totais de precipitação na região de Tangará da Serra - MT. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 36. Bonito. [Anais...]. Bonito-MS: SBEA, 2007. p. 1-4.

VENIZIANI JUNIOR, J. C. T. **As relações entre precipitação, vazão e cobertura vegetal nas sub-bacias dos rios Jacaré-Pepira e Jaú**. Universidade Estadual Paulista. Campus de Rio Claro – SP, 2018, 202 p. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/154126>

VIEIRA, V. P. P. B. Água doce no semi-árido. In: REBOUÇAS, A.C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J.G. (Org.S.) **Águas doces no Brasil: capital ecológico, usos e conservação**. São Paulo: Escrituras, 1999. p. 509-532.

VILLELA, S. M.; MATTOS, A. **Hidrologia Aplicada**. São Paulo: McGrawHill do Brasil, 1975.

ZUMAK, A.; TOLONE, W.; LARCHER, L. Caracterização geográfica da BAP e do bioma Pantanal. In: RABELO, A. P. C.; SOUZA, M. G. de (Orgs.). **Bacia do Alto Paraguai uma viagem no tempo**. Brasília-DF: IBICT, 2021, 140 p. Disponível em: https://mpmt.mp.br/site/storage/webdisco/arquivos/Bacia%20do%20Alto%20Paraguai_Web.pdf Acesso em: 06 ago. 2022.