



Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe>



Variabilidade Pluviométrica e identificação de Anos-Padrão no Mato Grosso do Sul no período de 1986 a 2020

Heverton Schneider¹, Charlei Aparecido da Silva²

¹Doutor em Geografia/Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), E-mail: hevertonschneider@hotmail.com; ² Docente e pesquisador Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD) E-mail: charleisilva@ufgd.edu.br

Artigo recebido em 28/05/2025 e aceito em 15/11/2025

RESUMO

Este estudo tem como objetivo central apresentar a definição e a espacialização de anos-padrão a partir da análise da série histórica de dados pluviométricos correspondente ao período de 1986 a 2020 para o Mato Grosso do Sul. Os critérios de seleção utilizados foram baseados na necessidade de contribuir para o aprofundamento e melhor compreensão da distribuição das chuvas, uma vez que, no estado, existe uma faixa transicional que divide seu clima em setores, os quais se individualizam em climas regionais, conforme sua morfologia e pluviometria. Para este trabalho, foram escolhidos anos-padrão para avaliar efetivamente a variabilidade e a distribuição das chuvas, assim como suas repercussões no espaço geográfico. A análise do período de trinta e cinco anos (1986-2020), nas escalas mensal, sazonal e anual, possibilitou determinar a dinâmica das chuvas e identificar tanto os anos considerados habituais quanto aqueles excepcionalmente secos ou chuvosos. Os produtos cartográficos gerados e as análises realizadas demonstraram evidências da variabilidade das chuvas, especialmente a partir da década de 2000, cujos resultados indicaram uma maior variabilidade em comparação às décadas de 80 e 90. De acordo com o método de Box Plot, foram determinados dez anos excepcionais durante a década, sendo eles: 1997 (chuvoso), 1998 (chuvoso), 1999 (super seco), 2002 (seco), 2003 (chuvoso), 2007 (seco), 2009 (chuvoso), 2017 (chuvoso), 2019 (seco) e 2020 (seco). Já os anos de 2000, 2001, 2008, 2016 e 2018 foram classificados como habituais, pois antecedem ou sucedem anos excepcionais e apresentaram maior frequência durante a análise da série histórica. A relevância científica e prática deste estudo é evidente, pois as informações sobre a distribuição e variabilidade das chuvas impactam diretamente a agropecuária, a gestão hídrica e a adaptação climática no estado do Mato Grosso do Sul. O bioma do Pantanal e os rios cênicos são essenciais para a preservação da biodiversidade e para a manutenção da economia regional, que depende fortemente da produção de commodities como soja, milho, proteína animal, celulose e cana-de-açúcar. A crescente duração dos períodos de estiagem prolongada já começa a se evidenciar nessa dinâmica, ressaltando a urgência de proposições para políticas públicas que visem a adaptação às mudanças climáticas e a mitigação de seus impactos. Concluímos que o entendimento da variabilidade pluviométrica é imprescindível para garantir a sustentabilidade econômica e ambiental da região frente às emergências climáticas.

Palavras-chave: Anos-padrão, Variabilidade pluviométrica. Distribuição Têmporo espacial.

Rainfall Variability and identification of Standard Years in Mato Grosso do Sul from 1986 to 2020

ABSTRACT

This study aims to present the definition and spatialization of standard years through the analysis of a historical series of rainfall data for Mato Grosso do Sul from 1986 to 2020. The selection criteria were based on the need to contribute to a deeper understanding of rainfall distribution, given that the state has a transitional zone that divides its climate into sectors, each characterized by distinct regional climates according to their morphology and rainfall patterns. For this work, standard years were chosen to effectively evaluate the variability and distribution of rainfall, as well as its repercussions in the geographic space. The analysis of the thirty-five-year period (1986-2020) at monthly, seasonal, and annual scales allowed for determining rainfall dynamics and identifying both typical years and those that were exceptionally dry or wet. The cartographic products generated and analyses provided evidence of rainfall variability, especially from the 2000s onward, with results indicating greater variability compared to the 1980s and 1990s. According to the Box Plot method, ten exceptional years were identified during the decade: 1997 (wet), 1998 (wet), 1999 (super dry), 2002 (dry), 2003 (wet), 2007 (dry), 2009 (wet), 2017 (wet), 2019 (dry), and 2020 (dry). The years 2000, 2001, 2008, 2016, and 2018 were classified as typical, as they preceded or followed exceptional years and appeared with greater frequency during the

Schneider, H., Silva, C. A. da.

historical series analysis. The scientific and practical relevance of this study is clear, as information about rainfall distribution and variability directly impacts agriculture, water management, and climate adaptation in Mato Grosso do Sul. The Pantanal biome and scenic rivers are essential for biodiversity preservation and for maintaining the regional economy, which heavily relies on the production of commodities such as soybeans, corn, animal protein, cellulose, and sugarcane. The increasing duration of prolonged drought periods is already beginning to manifest in this dynamic, highlighting the urgency for public policy proposals aimed at adapting to climate change and mitigating its impacts. We conclude that understanding rainfall variability is crucial for ensuring the economic and environmental sustainability of the region in the face of climate emergencies.

Keywords: Standard years, Rainfall variability. Temporospatial distribution.

Introdução

A análise de séries históricas aplicadas a dados climatológicos tem despertado um interesse especial nos últimos anos, especialmente ao se destacar a interdependência existente entre o espaço geográfico e o clima. O objetivo é demonstrar como os fenômenos atmosféricos se manifestam e interagem com a superfície terrestre, além de compreender as consequências advindas de eventos extremos e os padrões habituais.

Neste sentido, a série histórica de dados pluviométricos selecionados para esta pesquisa abrange o período de 1986 a 2020 e se justifica pela continuidade de uma proposta de aprofundamento nas contribuições preconizadas por Zavattini (1990), que realizou um estudo sobre a dinâmica e variabilidade das chuvas no âmbito da regionalização climática do Estado de Mato Grosso do Sul; soma-se os resultados presentes em Schneider e Silva (2024; 2025).

Zavattini (1990) analisou quantitativa e qualitativamente, por meio de anos-padrão (1983, 1984, 1985), o volume anual e sazonal das chuvas no território sul-mato-grossense, utilizando uma série histórica (1966 a 1985) obtida a partir de dados disponíveis em estações meteorológicas e postos pluviométricos distribuídos pelo Estado de Mato Grosso do Sul e áreas adjacentes. Isso possibilitou uma análise aprofundada da ocorrência das chuvas e das massas de ar nessa região, refletindo sobre médias, tendências e variabilidades anuais, com vistas, segundo o autor, a uma “regionalização climática” e à configuração de “células climáticas regionais”.

Ao considerar os estudos de Zavattini (1990), que analisou o recorte temporal de 1966 a 1985, este trabalho dá continuidade à análise da série histórica que compreende o período de 1986 a 2020, uma vez que os dados pluviométricos se mostraram viáveis devido ao maior número de registros realizados nos postos pluviométricos e estações meteorológicas. Como demonstrado por Silva (2010), a obtenção de séries históricas de dados de chuva para a região Centro-Oeste representa um desafio, condição que ainda persiste.

A importância de verificar a dinâmica da variabilidade das chuvas em Mato Grosso do Sul, especialmente a partir de 1986, ganha relevância devido ao intenso processo de produção socioespacial, predominantemente voltado para a agropecuária, em paralelo às mudanças climáticas que têm se intensificado nas últimas décadas. As mudanças climáticas tornaram-se um dos principais focos de discussão e preocupação da comunidade científica, pois indicam tendências crescentes na frequência, amplitude e impacto de eventos extremos, como secas, chuvas intensas e deslizamentos, ocorridos em escala global, regional e local. No Mato Grosso do Sul, o foco reside na ocorrência de eventos extremos pluviais e na alteração da variabilidade das chuvas, que influenciam diretamente a produção agrícola, direcionada principalmente à exportação de commodities.

É importante ressaltar que, em escala regional, as mudanças climáticas são detectadas por meio da análise de tendências nas séries históricas das variáveis meteorológicas, como a precipitação. Para isso, são necessários registros temporais de qualidade e de longo prazo.

O conceito de “ano-padrão” na Geografia foi introduzido por Monteiro (1971) no artigo intitulado “Análise Rítmica em Climatologia”, conferindo aos estudos climáticos uma perspectiva mais dinâmica e abordando os fenômenos climáticos além do uso das técnicas estatísticas. Esse conceito é amplamente utilizado por pesquisadores que buscam evidenciar um caráter mais rítmico em suas pesquisas climatológicas. Para Monteiro (1971), é fundamental que ocorra uma abordagem dos valores extremos em comparação com as médias abstraídas.

Diversas pesquisas já foram desenvolvidas para estabelecer critérios para a escolha de anos-padrão, destacando-se os trabalhos de Tavares (1976) e Zavattini (1990). Com base no conceito de clima proposto por Sorre (1951) e nas proposições de Monteiro (1971) sobre análise rítmica, Tavares (1976) definiu o que seria um ano-padrão

“normal”, “seco” e “chuvoso”, além de formular um método baseado na estatística para classificar os anos-padrão, organizando os valores de precipitação em períodos trimestrais, calculando-se a média e o desvio percentual.

Segundo Tavares (1976), um ano-padrão “normal” é aquele em que a distribuição da precipitação anual está próxima da posição das precipitações médias; um ano-padrão “seco” caracteriza-se por valores de precipitação com grande desvio em relação aos dados médios; e um ano-padrão “chuvoso” é marcado por divergências excessivas de chuva em relação aos dados mais regulares.

Zavattini (1990), ao escolher anos-padrão, pôde analisar de forma mais aprofundada os efeitos causados pelos períodos secos e chuvosos, examinando a participação das correntes atmosféricas ao longo do território sul-mato-grossense. Isso possibilitou a elaboração de um esquema representativo das feições climáticas individualizadas dentro das células regionais e das articulações dessas nas faixas zonais do clima.

Assim, a escolha de anos-padrão representa uma etapa crucial na pesquisa em Climatologia Geográfica, pois permite avaliar a variabilidade e a distribuição das chuvas e suas repercussões no espaço geográfico. A análise do período de trinta e cinco anos (1986-2020), nas escalas mensal e anual, possibilitou determinar a dinâmica das chuvas, identificando anos considerados habituais, além de anos excepcionalmente secos ou chuvosos para o estado de Mato Grosso do Sul.

Material e métodos

A metodologia utilizou o conceito de “anos-padrão” (Monteiro, 1973; 2015), tipificando os dados a partir da série histórica dos postos selecionados e, assim, foram estabelecidas classes que representam o padrão pluviométrico nas escalas mensais e anuais. Esta metodologia é amplamente utilizada por pesquisadores que procuram evidenciar um caráter mais rítmico em suas pesquisas climatológicas. Para Monteiro (1971) é fundamental que ocorra uma abordagem de valores extremos em confronto com as abstrações médias.

Para o desenvolvimento do ensaio metodológico foram utilizados procedimentos adotados por Galvani e Luchiarri (2004); Schneider (2014); Schneider e Silva (2014), cujas propostas de identificação de anos-padrão se dá por meio da aplicação da Técnica de Box Plot. A Técnica de Box Plot, utiliza-se da técnica de quartis aliado a

um gráfico Box Plot gerado por software estatístico específico (MatLab) para a produção dos referidos resultados que trabalha com valores máximos, medianas, 1º, 2º e 3º quartis e valores mínimos.

Neste sentido, a técnica do Box Plot, segundo Galvani e Luchiarri (2004) aparece como uma alternativa aos estudos sobre a variabilidade pluviométrica, pois permite identificar “intervalos para a determinação de anos com padrão normal, seco, úmido, super-seco, super-úmido de maneira rápida e objetiva” (Galvani & Luchiarri, 2004, p.5708). Nela o valor máximo (V.máx) é o maior valor encontrado dentro da série, ou seja, é aquele valor que se destaca pelo seu alto valor de magnitude. Já o valor mínimo (V.mín) é o menor valor encontrado na série. Esses valores extremos evidenciam o tamanho dos dados que serão trabalhados.

A mediana por sua vez é aplicada em séries extensas e é denominada como sendo a posição central dos dados que podem estar ordenados de forma crescente ou decrescente. Esse parâmetro se torna importante na medida em que demonstram a dispersão de um grupo de dados e as diferenças que existem entre grupos. Em outras palavras, que “fogem da tendência central podendo subestimar ou superestimar a análise.” (Galvani e Luchiarri, 2004, p.21).

Os Outliers obtidos são valores distantes que compõem a série e serão denominados por valores extremos (Meses super-secos ou super-úmidos) e, portanto, ficam fora da margem, pois podem comprometer a análise dos dados.

Após definir na série os valores máximo, mínimo e mediano, são introduzidos os quartis. Os quartis são divididos em três conjuntos contendo cada um 25% dos dados da série. O primeiro quartil (1º Q) estará situado entre o (V.mín) e a mediana indicando meses secos. O segundo quartil (2º Q) pode ser chamado de mediana, ou seja, que define a posição central da série. Já o terceiro quartil (3º Q), está situado entre o mediano e o (V.máx) indicando meses chuvosos, conforme demonstrado na figura 1 apresentada a seguir:

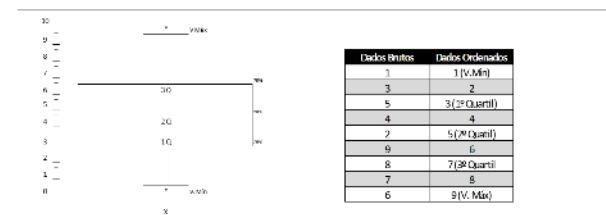


Figura 1. Representação Box Plot para um conjunto de dados arbitrários.

Aqui é considerado aquilo proposto por Galvani e Luchiarri (2004), uma classificação de 5 a 95% da série. De forma detalhada, os meses em

que estiverem entre os 5% menores serão considerados super-secos. Já os meses que estiverem entre os 5% maiores serão ponderados como super-chuvosos. Ademais, os valores que se encontrarem entre o (V.mín) e 1º quartil serão considerados secos. Entre o 1º e 3º quartil serão considerados anos habituais. E por fim, aqueles que se encontrarem entre o 3º quartil e (V.máx), serão considerados anos chuvosos.

Tabela 1. Intervalos adotados para a classificação do regime pluviométrico na Técnica de Box Plot.

PRECIPITAÇÃO MENSAL (mm)	CLASSIFICAÇÃO
5% Maiores da série	Super-Chuvoso
Entre o 3º Quartil e o (V. máx)	Chuvoso
Entre o 1º e 3º Quartil	Habitual
Entre o (V. mín) e o 1º Quartil	Seco
5% Menores da série	Super-Seco

O primeiro passo para a construção de um Box Plot é o ordenamento dos dados de forma crescente ou decrescente e que, a precipitação total de cada mês é diferenciada:

[...] Uma precipitação total no mês de janeiro de 100 mm, o classifica como sendo um mês seco. Para este mesmo mês, em determinado ano, o total precipitado for de 400 mm o mesmo será classificado como mês super-úmido porque está acima do valor máximo e seria denominado outlier. Enquanto para o mês de julho, um total de 100 mm, o classificará como super-úmido. (GALVANI E LUCHIARI 2004, p. 26).

Esse critério de classificação considera a variação mensal das precipitações e assim pondera a particularidade de cada mês e elimina os erros existentes na classificação do regime de precipitações. A análise do período de trinta e cinco anos (1986-2020), nas escalas mensal e anual deu condições para a visualização da dinâmica das chuvas, o que possibilitou identificar os anos considerados habituais e os anos que foram considerados enquanto secos ou chuvosos para o Estado de Mato Grosso do Sul.

Resultados e discussão

Para a consecução da pesquisa foram utilizados dados totais mensais de precipitação do estado de Mato Grosso do Sul disponibilizados pela Agência Nacional de Águas (ANA) por meio do site Hidroweb que compreende o período de janeiro de 1986 a dezembro de 2020 e totalizaram 35 anos de dados pluviométricos, disponibilizados a partir de 63 pontos entre postos pluviométricos e estações meteorológicas – figura 2.

A rede de estações e postos meteorológicos do estado de Mato Grosso do Sul possui sérias limitações, tanto no que se refere à existência de lacunas nas séries temporais, quanto à sua distribuição espacial. A existência de falhas nas séries históricas se deve, basicamente à ausência do observador, falhas nos mecanismos de registro, perda das anotações ou das transcrições dos registros pelos operadores e encerramento das observações, entretanto, como existe a necessidade de se trabalhar com séries contínuas. Amador e Silva (2020), a partir de uma revisão da técnica de Bertoni e Tucci (2001), proporam para a correção de falhas, a utilização do método de Ponderação Regional associada ao uso do software Hidro-Plu e o Hidroweb o que auxiliou no preenchimento por meio do dado real do posto pluviométrico mais próximo.

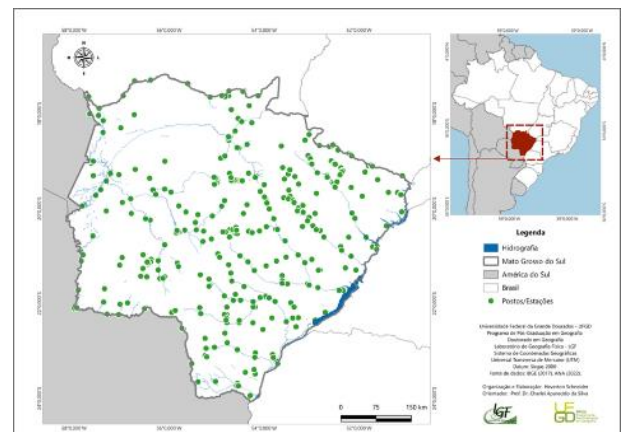


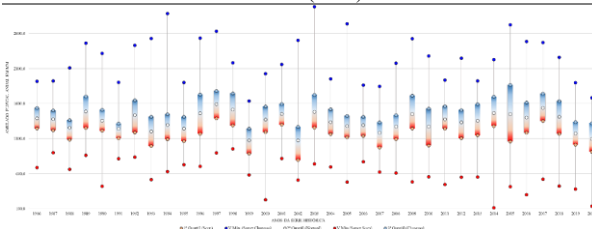
Figura 2. Localização dos Postos Pluviométricos e/ou estações meteorológicas utilizadas. Organização: Os Autores (2025).

Optou-se por estabelecer classes representativas do total das chuvas anuais para fins de individualizar os postos pluviométricos e os anos representativos do ritmo excepcional que se apresentam mais chuvosos ou mais secos em relação ao habitual no Estado de Mato Grosso do Sul. No total, foram analisados 26.460 (Vinte e seis mil quatrocentos e sessenta) meses no decorrer da série histórica de 1986 a 2020 que compreende 63 postos e/ou estações distribuídas no Estado. A análise permitiu determinar os seguintes resultados:

Tabela 2. Percentual das quantidades de meses analisados de acordo com a classificação do Box Plot para a Série Histórica de 1986 a 2020. Fonte: Schneider, H (2024). Organização: Os Autores (2025).

BOX PLOT	2.205 Meses Super-Seco (%)	10.220 Meses Secos (%)	9.625 Meses Habituais (%)	4.200 Meses Chuvosos (%)	210 Meses Super-Chuvosos (%)
	8,33%	38,62%	36,37%	15,87%	0,81%

Década	Anos Excepcionais	Anos Habituais
1986 a 1996	-	-
1997 a 2007	1997 (Chuvoso) 1998 (Chuvoso) 1999 (Super Seco)	2000 2001
2008 a 2020	2002 (Seco) 2003 (Chuvoso) 2007 (Seco) 2009 (Chuvoso) 2017 (Chuvoso) 2019 (Seco) 2020 (Seco)	2008 2016 218



Com aplicação do referido procedimento metodológico, foi possível eleger 10 (dez) anos-padrão, acrescidos de outros 05 (cinco) considerados habituais:

Tabela 3. Anos-Padrão elegidos a partir da Série Histórica de 1986 a 2020 por meio da aplicação da técnica de Box-Plot. Organização: Os Autores (2025).

ANO	CLASSIFICAÇÃO
1997	Chuvoso
1998	Chuvoso
1999	Super-Seco
2000	Habitual
2001	Habitual
2002	Seco
2003	Chuvoso
2007	Seco
2008	Habitual
2009	Chuvoso
2016	Habitual
2017	Chuvoso
2018	Habitual
2019	Seco
2020	Seco

A partir da definição dos anos-padrão, os resultados foram espacializados por meio da elaboração de mapas a partir da técnica de interpolação.

A interpolação é uma técnica utilizada para a estimativa de uma variável numérica qualquer, em uma determinada posição geográfica não amostrada, a partir de pontos amostrados na mesma área ou região (Lanza et al., 2001; Tveito et al.,

2008; Di Piazza et al., 2011; Borges et al., 2016). De maneira geral, a interpolação espacial converte dados de observações pontuais em campos contínuos, produzindo padrões espaciais que podem ser comparados com outras entidades espaciais contínuas (Xavier et al., 2010).

Os métodos de interpolação mais utilizados estão baseados na primeira lei da Geografia ou Lei de Tobler (1970), que estabelece para efeitos de aplicação, que pontos vizinhos no espaço têm valores mais correlacionados que aqueles distantes (MESQUITA, 2009). Esse conceito fundamenta a base das relações espaciais entre fenômenos geográficos, utilizando a correlação espacial como meio de diferença dos atributos estimados (Câmara e Medeiros, 1998).

A interpolação utilizada para este estudo foi realizada por meio da Técnica Inverse Distance Weighted (IDW). Esta técnica determina os valores dos pontos usando uma combinação linear ponderada dos pontos amostrados, sendo que, o peso de cada ponto é o inverso de uma função da distância. Para a execução das técnicas de interpolação dos mapas de precipitação, foi utilizado o software QGIS 3.34 Prezin. O software já conta com uma extensão do interpolados univariado de médias ponderadas, Inverso do Quadrado da distância (IDW).

Para qualificar o artigo e melhor compreender os fatores que influenciaram a ocorrência de anos excepcionais, foi considerada a influências das “ações dos modos de variabilidade”. Um dos modos de variabilidade mais atuantes é o ENOS (El Niño Oscilação Sul). Este modo de variabilidade influenciam o posicionamento e altera a distribuição das chuvas na América do Sul, sobretudo no Mato Grosso do Sul.

A intensidade do fenômeno El Niño-Oscilação Sul (ENOS) é classificada conforme o Oceanic Niño Index (ONI), seguindo critérios estabelecidos para sua categorização (NOAA/CPC, 2022). Para determinar a intensidade de cada evento relacionado ao ENOS, foi adotado o critério que exige a análise de valores do ONI ao longo de um período de três meses. Para a caracterização de um evento, é necessário que pelo menos três meses consecutivos apresentem valores do ONI dentro da mesma faixa de intensidade.

Quando o índice ONI ultrapassa $+0,5^{\circ}\text{C}$ durante um mínimo de três meses consecutivos, o fenômeno é classificado como um evento de El Niño. Por outro lado, se o índice permanece abaixo de $-0,5^{\circ}\text{C}$ por pelo menos três meses consecutivos, isso caracteriza um evento de La Niña. Vale ressaltar que índices variando entre $-0,4^{\circ}\text{C}$ e

+0,4°C são considerados como indicando condições de neutralidade climática.

Tabela 4. Classificação da intensidade do fenômeno ENOS, segundo ONI. Fonte: Golden Gate Weather Service (2020).

Evento	Índice Oceânico Niño (a)	Intensidade
El Niño	0,5 a 0,9	Fraca
	1,0 a 1,4	Moderada
	1,5 a 1,9	Forte
	≥ 2,0	Muito Forte
La Niña	-0,5 a -0,9	Fraca
	-1,0 a -1,4	Moderada
	-1,5 a -1,9	Forte
	≤ -2,0	Muito Forte

O Oceanic Niño Index (ONI) é uma ferramenta essencial para monitorar o estado do ENSO, pois fornece uma medida quantitativa das temperaturas da superfície do mar no Oceano Pacífico equatorial. Em períodos de El Niño, onde o ONI apresenta valores positivos, Mato Grosso do Sul tende a experimentar aumento das temperaturas e consequentemente períodos mais chuvosos. Por outro lado, durante eventos de La Niña, quando o ONI possui valores negativos, Mato Grosso do Sul frequentemente vivencia uma diminuição na pluviosidade.

Ao analisar a variabilidade das chuvas ao longo de triênios, quadriênios e quinquênios, a influência do ENSO torna-se mais evidente. A pesquisa demonstrou que, em períodos de três a cinco anos, as oscilações dos padrões de precipitação estão intimamente ligadas aos ciclos do El Niño e La Niña. A análise desses longos intervalos permite identificar tendências e padrões climáticos. Em suma, a análise da relação entre El Niño, La Niña e a variabilidade das chuvas em Mato Grosso do Sul, utilizando o Oceanic Niño Index como referência, destaca a complexidade e a interconectividade dos fatores climáticos.

A seguir são apresentados os resultados das interpolações, análises e modelagens; ao mesmo tempo as análises espaço-temporais dos dados e da temática principal desta pesquisa são realizadas. Sua construção tem como objetivo apresentar os resultados das correlações entre as ações dos modos de variabilidade e a espacialização das chuvas nos anos-padrão elegidos. A fim de potencializar a leitura dos resultados QR Code (Quick Response Code) foram inseridos nas figuras, o que permitirá o acesso às mesmas em alta resolução.

Ano Padrão Chuvoso (1997)

Schneider, H., Silva, C. A. da.

No ano de 1997, que foi classificado como um ano-padrão chuvoso, a partir do mês de junho, observou-se a configuração do fenômeno El Niño. A temperatura da superfície do mar (TSM) ao longo da costa do Peru ultrapassou os 4°C, indicando valores acima da média climatológica. Essa condição foi gradualmente intensificada até o final do ano, resultando em um aumento das chuvas a partir de outubro, potencializado pela chegada da primavera. O El Niño permaneceu ativo até meados de junho de 1998, coincidindo com a análise do ano-padrão seguinte (1998), que também foi classificado como chuvoso e será discutido posteriormente.

Ao analisar a figura 2, constata-se que, anualmente, a distribuição das chuvas foi significativa em todos os setores climáticos. Os setores S.1 (Centro-Sul) e S.2 (Centro-Leste) concentraram médias de acumulados anuais superiores a 1.900 mm, seguidos pelos setores Oeste e Sudoeste, que superaram os 1.400 mm, valores estes que estão acima da média habitual para a região. Sazonalmente, as chuvas se concentraram no período de primavera/verão, com diminuição no outono e escassez durante o inverno.

Mensalmente, conforme ilustrado na figura 2 (vide leitura dinâmica do QR Code), o ano de 1997 em Mato Grosso do Sul apresentou um padrão de chuvas variável, influenciado principalmente pela atuação de sistemas atmosféricos como a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), sistemas frontais, complexos convectivos de mesoescala e cavados. De janeiro a junho, predominou um regime de chuvas acima da média, especialmente nos setores Sul e Sudoeste, em virtude da intensa atividade da ZCAS e de sistemas frontais. Entre abril e junho, houve uma transição para um período mais seco, com chuvas abaixo da média em alguns meses, devido à fraca atuação dos sistemas frontais. Contudo, junho registrou um aumento significativo nas precipitações, impulsionado pela intensa atividade frontal.

Os meses de julho e agosto foram caracterizados por baixos acumulados pluviométricos, típicos do inverno. A partir de setembro, observou-se um aumento gradual das chuvas, com destaque para novembro e dezembro, que apresentaram os maiores acumulados do ano, resultado da atuação de diversos sistemas atmosféricos, como complexos convectivos de mesoescala e cavados. Em suma, o ano de 1997 em Mato Grosso do Sul foi marcado por uma grande variabilidade na distribuição das chuvas, com períodos de excesso e déficit hídrico, influenciados pela dinâmica atmosférica regional.

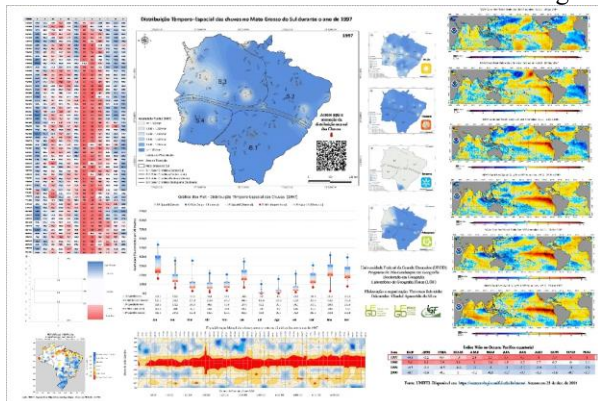


Figura 2. Espacialização geral dos dados pluviiais do ano-padrão chuvoso de (1997). Organização: Os Autores (2025).

Ano Padrão Chuvoso (1998)

Durante o ano de 1998, até meados de agosto, observou-se a manutenção da configuração do fenômeno El Niño. A Temperatura da Superfície do Mar (TSM) permaneceu, em média, 3°C acima da climatologia, embora essa anomalia tenha diminuído gradativamente até o final do ano. Em dezembro, as anomalias da TSM tornaram-se neutras, apresentando tendências negativas no Pacífico Equatorial Central, o que resultou na subsidência e convergência em altos níveis atmosféricos.

A variabilidade da pluviosidade verificada ao longo do tempo (1997-1998) e em diferentes setores climáticos de Mato Grosso do Sul, associada aos padrões de circulação atmosférica, demonstra que o fenômeno El Niño contribuiu para mudanças significativas no aumento da precipitação, especialmente nas estações chuvosas. Considerando que o El Niño se manteve ativo até meados de agosto de 1998, é possível afirmar que houve uma convergência com as análises realizadas, justificando a caracterização daquele ano como um período chuvoso padrão. De acordo com o CPTEC/INPE, durante esse intervalo, a presença das anomalias do El Niño em altos níveis favoreceu a formação de um trem-de-ondas que se propagou do Pacífico Equatorial Leste até o Atlântico Sul. Como resultado do transporte dessas perturbações atmosféricas, observou-se a indução de um padrão ciclônico sobre o sul da América do Sul, que, em sua borda nordeste, provocou chuvas acima da média no centro-sul do Brasil.

Ao analisar a figura 3, nota-se que a distribuição das chuvas foi significativa em todos os setores climáticos ao longo do ano. O setor S.1 (Centro-Sul) registrou 1.800 mm de precipitação anual, seguido pelo setor S.2 (Centro-Leste), com acumulados anuais superiores a 1.500 mm. Os setores (Oeste) e (Sudoeste) superaram a marca de 1.400 mm, valores esses que ultrapassam a média Schneider, H., Silva, C. A. da.

habitual para a região. Sazonalmente, as chuvas concentraram-se nos períodos de verão, outono e primavera, com uma acentuada diminuição no inverno. Mensalmente, conforme ilustrado na figura 3 (vide leitura dinâmica do QR Code), o ano de 1998 em Mato Grosso do Sul apresentou um padrão de chuvas variado, com períodos de excesso e déficit hídrico, influenciados pela dinâmica atmosférica regional.

Entre janeiro e março, as chuvas foram marcadas por intensa atividade convectiva, resultando em acumulados acima da média em grande parte do estado. Já entre abril e junho, observou-se uma transição para um período mais seco, com precipitações abaixo da média, especialmente em junho, devido à influência de massas de ar frio e características típicas do inverno. No final do ano, entre julho e dezembro, ocorreram períodos alternados de chuvas acima e abaixo da média, destacando-se setembro, que apresentou os maiores acumulados do ano devido à formação de complexos convectivos de mesoescala.

Os principais sistemas atmosféricos que influenciaram a distribuição das chuvas em 1998 foram os Complexos Convectivos de Mesoescala (CCMs), responsáveis por grandes acumulados pluviométricos, especialmente nos períodos mais chuvosos, além de cavados que contribuíram para o aumento das precipitações, principalmente em conjunto com os sistemas frontais. As massas de ar frio também causaram queda de temperatura e geadas, especialmente nos meses de inverno, influenciando a distribuição das chuvas.

Em suma, o ano de 1998 apresentou uma alternância entre períodos de chuvas intensas e secas em Mato Grosso do Sul, refletindo uma dinâmica complexa na distribuição das precipitações.

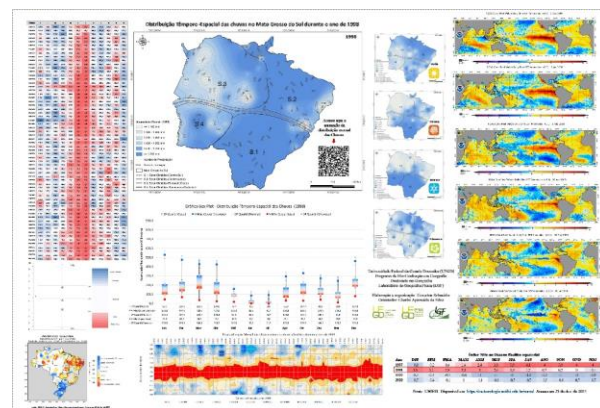


Figura 3. Espacialização geral dos dados pluviiais do ano-padrão chuvoso de (1998). Organização: Os Autores (2025).

Ano Padrão Super Seco (1999)

Durante o ano de 1999, as anomalias de Temperatura da Superfície do Mar (TSM) mantiveram-se negativas ao longo do Pacífico Equatorial, caracterizando a configuração da La Niña em intensidade moderada. A permanência dessa configuração possibilita uma análise que justifica a classificação do ano como padrão super seco. Segundo dados do CPTEC/INPE, observou-se na América do Sul a circulação da Alta da Bolívia, que apresentou centro fechado em virtude do grande número de vórtices ciclônicos que atuaram em diversos momentos ao longo do ano.

Ao analisar a figura 4, nota-se que a distribuição das chuvas foi muito irregular e inferior à média climatológica. O setor S.1 (Centro-Sul) concentrou uma média anual de precipitação de 1.100 mm, seguido do setor S.2 (Centro-Leste), também com média anual de 1.100 mm. O setor S.3 (Oeste) registrou uma média de 900 mm, enquanto o setor S.4 (Sudoeste) apresentou a média anual de 1.000 mm, valores estes abaixo da média habitual para a região. Sazonalmente, as chuvas concentraram-se no período do verão, enquanto outono, inverno e primavera foram marcados por uma redução significativa nas precipitações em praticamente todos os setores climáticos.

Mensalmente, conforme ilustrado na figura 4 (vide leitura dinâmica do QR Code), o ano de 1999 em Mato Grosso do Sul foi caracterizado por uma grande variabilidade na distribuição das chuvas, influenciada principalmente pelo fenômeno La Niña, o que consolidou o ano como um ano-padrão super seco. Entre janeiro e março, as chuvas foram relativamente bem distribuídas, com os maiores volumes concentrados no centro-leste do estado, evidenciando a influência do La Niña. Entre abril e junho, houve um declínio significativo nas precipitações, resultando em déficit hídrico em diversas regiões. As transições sazonais para o outono e a atuação de frentes frias contribuíram para essa redução. De junho a setembro, a escassez de chuvas se intensificou, sendo agosto o mês mais seco, devido à ausência de sistemas atmosféricos ativos e à presença de massas de ar frio. Por fim, entre outono e dezembro, o padrão de chuvas tornou-se mais irregular, com alguns meses apresentando déficit hídrico e outros valores próximos à média, influenciado pela atuação de circulação de ventos e cavados. Em suma, o ano de 1999 evidenciou um padrão de chuvas bastante contrastante, com períodos intensos de déficit hídrico, impactando significativamente as atividades socioeconômicas.

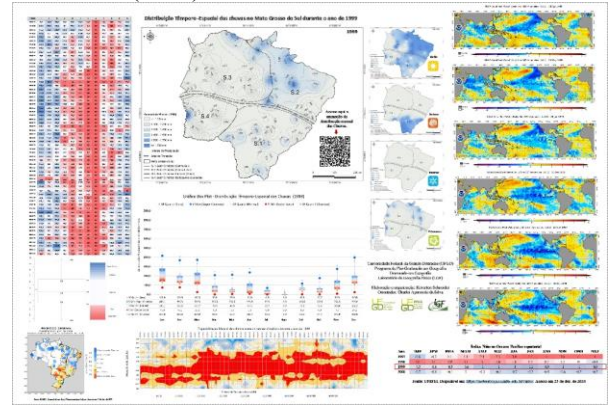


Figura 4. Espacialização geral dos dados pluviais do ano-padrão super-seco de (1999). Organização: Os Autores (2025).

Ano Padrão Habitual (2000)

No decorrer do ano 2000, as anomalias de Temperatura da Superfície do Mar (TSM) mantiveram-se negativas ao longo do Pacífico Equatorial até meados de março. Após esse período, observou-se a neutralidade do fenômeno ENSO, conforme demonstrado na figura 5. Considerando que a configuração do ENSO permaneceu neutra, pode-se deduzir uma convergência com a análise, o que justifica a caracterização de 2000 como um ano padrão considerado habitual, em que os sistemas atmosféricos atuaram de forma regular, sem perturbações significativas.

Ao analisar a figura 5, nota-se que a distribuição das chuvas foi mais regular neste ano em comparação ao anterior, com valores dentro da média climatológica. O setor S.1 (Centro-Sul) registrou uma média anual de precipitação de 1.600 mm, seguido do setor S.2 (Centro-Leste), com uma média de 1.300 mm. O setor S.3 (Oeste) teve uma média anual de 1.200 mm, enquanto o setor S.4 (Sudoeste) apresentou uma média de 1.300 mm, todos considerados habituais. Sazonalmente, as chuvas foram distribuídas de maneira mais regular durante as quatro estações do ano. O inverno foi marcado por uma redução nas chuvas, exceto no setor S.1 (Centro-Sul), onde a precipitação se mostrou mais constante.

Mensalmente, conforme a figura 5 (vide leitura dinâmica do QR Code), o ano de 2000 em Mato Grosso do Sul apresentou um padrão de chuvas próximo ao habitual, influenciado pela atuação de diversos sistemas atmosféricos e pela neutralidade das condições do Oceano Pacífico Equatorial. Entre janeiro e março, as chuvas foram relativamente bem distribuídas, com destaque para o centro-leste do estado. De abril a junho, houve uma alternância entre períodos com chuvas acima da média e déficit hídrico, especialmente nos meses de transição entre as estações. Ao final do ano, as

precipitações se concentraram no centro-leste do estado, com destaque para o mês de dezembro.

Os principais sistemas atmosféricos que influenciaram as chuvas foram a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), frentes frias, cavados e complexos convectivos de mesoescala (CCMs). Em suma, o ano de 2000 foi sob o ponto de vista climático habitual para os padrões pluviométricos em Mato Grosso do Sul, apresentando períodos de chuvas intensas e outros de estiagem, previstos para a estação de inverno.

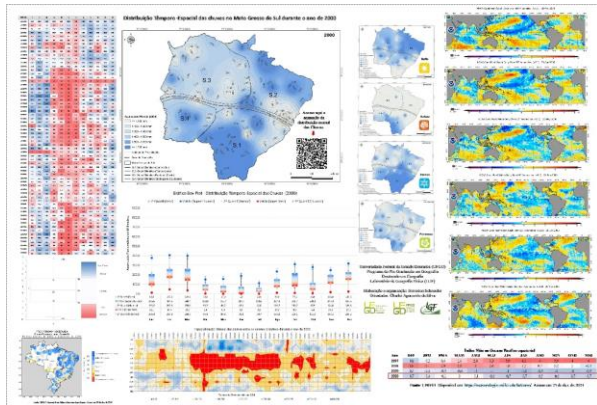


Figura 5. Espacialização geral dos dados pluviiais do ano-padrão habitual de (2000). Organização: Os Autores (2025).

Ano Padrão Habitual (2001)

No decorrer do ano de 2001, as anomalias da Temperatura da Superfície do Mar (TSM) apresentaram-se de forma irregular, com picos positivos registrados entre os meses de março, abril e maio, seguidos por uma configuração negativa que se estendeu até o final do ano. No entanto, não foram encontradas evidências de um padrão que indicasse a formação de um episódio de El Niño-Oscilação Sul (ENOS). Nesse contexto, é possível afirmar que o ano se comportou de maneira habitual, visto que os sistemas atmosféricos atuaram de forma regular, sem interferências externas significativas.

o analisar a figura 6, observa-se que a distribuição anual das chuvas foi mais regular, com valores dentro da média climatológica. O setor S.1 (Centro-Sul) concentrou uma média anual de precipitação de 1.700 mm, seguido pelo setor S.2 (Centro-Leste), que apresentou uma média anual de 1.400 mm. O setor S.3 (Oeste) registrou uma média anual de 1.200 mm, enquanto o setor S.4 (Sudoeste) também teve uma média anual de 1.400 mm, valores considerados habituais. Sazonalmente, as chuvas foram distribuídas de forma mais homogênea ao longo das quatro estações do ano, sendo que o inverno foi marcado pela redução das precipitações, exceto no setor S.1

(Centro-Sul), onde as chuvas se mostraram mais regulares.

Mensalmente, conforme indicado na figura 6 (vide leitura dinâmica do QR Code), o ano de 2001 em Mato Grosso do Sul apresentou um padrão de chuvas dentro dos limites habituais, influenciado pela atuação de diversos sistemas atmosféricos e pela presença de eventos como La Niña e a Alta da Bolívia. Entre os meses de janeiro e março, as chuvas ficaram abaixo da média em algumas regiões, em decorrência da posição da Alta da Bolívia e do Vórtice Ciclônico em Altos Níveis. Já entre abril e junho, houve um aumento significativo nas precipitações, especialmente no centro-sul do estado, em razão da passagem de sistemas frontais.

Nos meses finais do ano, as chuvas se concentraram em diferentes regiões do estado, com destaque para o sudoeste no final do ano. Os principais sistemas atmosféricos que influenciaram as chuvas foram as frentes frias, a Alta da Bolívia, o Vórtice Ciclônico em Altos Níveis e os complexos convectivos de mesoescala (CCMs). A influência do fenômeno La Niña foi considerada fraca e não exerceu um controle significativo sobre o padrão de chuvas ao longo do ano.

Assim, 2001 foi um ano habitual para os padrões pluviométricos em Mato Grosso do Sul, caracterizado por períodos de chuvas intensas e outros de estiagem, conforme previsto para a estação de inverno.

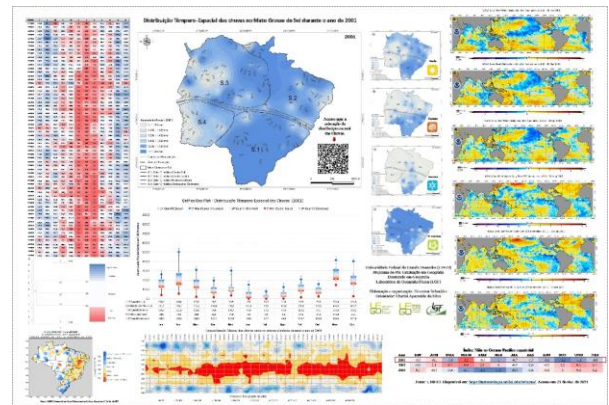


Figura 6. Espacialização geral dos dados pluviiais do ano-padrão habitual de (2001). Organização: Os Autores (2025).

Ano Padrão Seco (2002)

No decorrer do ano de 2002, as anomalias de temperatura da superfície do mar (TSM) mantiveram-se positivas ao longo do Pacífico Equatorial. Em julho daquele ano, a NOAA anunciou oficialmente o retorno do fenômeno El Niño. Segundo registros históricos, a anomalia de precipitação no território brasileiro resultou em um excesso de chuvas no sul do país, enquanto nas

regiões de Mato Grosso do Sul as precipitações foram escassas. A correlação com o fenômeno El Niño-Oscilação Sul (ENOS) foi observada na concentração de altas temperaturas e na ocorrência de sistemas atmosféricos que bloquearam a formação de chuvas. Durante os meses subsequentes, foi notável uma estiagem prolongada, que durou aproximadamente cinco meses. Assim, o ano de 2002 foi classificado como seco, devido à irregularidade nos registros de precipitação ao longo do ano.

Ao analisar a figura 7, verifica-se que a distribuição das chuvas ao longo do ano foi bastante irregular e inferior à média climatológica. O setor S.1 (Centro-Sul) concentrou uma média anual de precipitação de 1.200 mm, seguido pelo setor S.2 (Centro-Leste), com média anual de 1.100 mm. Já o setor S.3 (Oeste) apresentou uma média anual de 850 mm, enquanto o setor S.4 (Sudoeste) teve uma média de 950 mm, todos considerados abaixo da média climatológica. Sazonalmente, as chuvas foram distribuídas de maneira irregular, com outono e inverno marcados pelo prolongamento do período seco, que se estendeu até a primavera.

Mensalmente, conforme a figura 7 (vide leitura dinâmica do QR Code), observou-se que o ano de 2002 em Mato Grosso do Sul apresentou um padrão de chuvas bastante variável, influenciado pela atuação de diversos sistemas atmosféricos e pela presença do fenômeno El Niño. Entre janeiro e março, as chuvas ficaram abaixo da média em algumas regiões, durante o desenvolvimento do fenômeno El Niño. De abril a junho, as chuvas superaram a média, especialmente no centro-leste do estado, em decorrência da atuação da Zona de Convergência Intertropical (ZCAS). Nos meses finais do ano, as chuvas se concentraram em diferentes regiões, destacando-se o centro-sul no início do período e o Sudoeste no final do ano. O fenômeno El Niño permaneceu presente durante a maior parte do ano. Os principais sistemas atmosféricos que influenciaram as chuvas foram as frentes frias, a Zona de Convergência Intertropical (ZCAS), vórtices ciclônicos e cavados em altos níveis.

Em resumo, 2002 foi um ano marcado por grande variabilidade climática em Mato Grosso do Sul, com acumulados pluviométricos abaixo do esperado, caracterizando-se como um ano excepcionalmente seco.

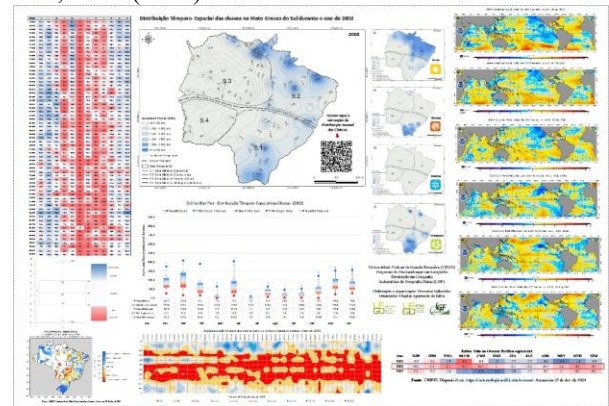


Figura 7. Espacialização geral dos dados pluviiais do ano-padrão seco de (2002). Organização: Os Autores (2025).

Ano Padrão Chuvoso (2003)

No ano de 2003, as anomalias de temperatura da superfície do mar (TSM) mantiveram-se negativas ao longo do Pacífico Equatorial. De maio a agosto, as anomalias permaneceram em torno de -1°C nesse período. No entanto, na literatura, não há evidências da configuração do fenômeno El Niño-Oscilação Sul (ENOS). O ano caracterizou-se por uma condição de neutralidade, mas com resquícios da configuração do El Niño observado no ano anterior. Observa-se que as precipitações em Mato Grosso do Sul permaneceram acima da média histórica. Durante os meses, as chuvas concentraram-se na primavera, verão e parte do outono, enquanto o período de estiagem ocorreu de junho a agosto. Assim, 2003 foi classificado como um ano chuvoso, devido à regularidade da distribuição das chuvas e aos altos acumulados pluviométricos registrados ao longo do ano.

Ao analisar a figura 8, observa-se que anualmente a distribuição das chuvas foi regular e superior à média climatológica. O setor S.1 (Centro-Sul) concentrou uma média anual de precipitação de 1.700 mm, seguido pelo setor S.2 (Centro-Leste) com uma média de 1.500 mm. O setor S.3 (Oeste) também apresentou uma média anual de 1.500 mm, enquanto o setor S.4 (Sudoeste) registrou uma média de 1.400 mm, valores considerados acima da média climatológica. Sazonalmente, as chuvas foram distribuídas de maneira regular, sendo que o inverno foi marcado pelo prolongamento do período seco, que se estendeu até a primavera.

Mensalmente, conforme a figura 8 (vide leitura dinâmica do QR Code), o ano de 2003 em Mato Grosso do Sul apresentou um padrão de chuvas variável, influenciado pela atuação de diversos sistemas atmosféricos e pela influência do fenômeno El Niño no início do ano. Entre janeiro e março, as chuvas ficaram acima da média,

especialmente no centro-leste do estado, em decorrência da atuação da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) e da influência residual do El Niño. Entre abril e junho, observou-se uma redução nas precipitações, com períodos de estiagem em algumas regiões, influenciadas pela atuação de frentes frias e pela configuração da TSM.

Nos meses finais do ano, as chuvas voltaram a se distribuir pelo estado, com acumulados superiores à média em várias regiões, especialmente no centro-sul e oeste do estado. Os principais sistemas atmosféricos que influenciaram as chuvas foram a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), frentes frias, vórtices ciclônicos e cavados em altos níveis. O fenômeno El Niño exerceu uma influência significativa sobre o padrão de chuvas no início do ano, mas perdeu força ao longo do período. Em resumo, 2003 apresentou uma alternância entre períodos de chuvas intensas e secas em Mato Grosso do Sul, com a distribuição das precipitações superior à média climatológica, sendo considerado um ano excepcionalmente chuvoso.

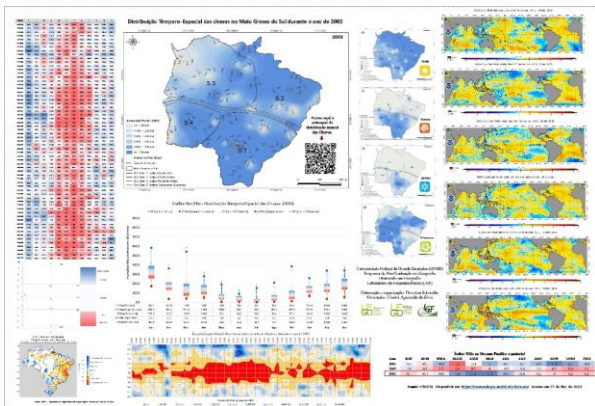


Figura 8. Espacialização geral dos dados pluviométricos do ano-padrão chuvoso de (2003). Organização: Os Autores (2025).

Ano Padrão Seco (2007)

No decorrer do ano de 2007, as anomalias de Temperatura da Superfície do Mar (TSM) apresentaram moderadas anomalias negativas ao longo do Pacífico Equatorial, caracterizando a atuação do fenômeno La Niña. Conforme ilustrado na figura 9, a anomalia de precipitação no estado de Mato Grosso do Sul apresentou valores negativos em todos os setores climáticos, evidenciando uma forte correlação entre o La Niña e a distribuição das chuvas ao longo do ano. Durante esse período, observou-se uma estiagem prolongada de aproximadamente seis meses, resultando na classificação de 2007 como um ano seco devido à irregularidade nos registros de precipitação.

Schneider, H., Silva, C. A. da.

Ao analisar a figura 9, verifica-se que a distribuição anual das chuvas foi bastante irregular e inferior à média climatológica. O setor S.1 (Centro-Sul) registrou uma média anual de 1.300 mm de precipitação, seguido pelo setor S.2 (Centro-Leste) com 1.200 mm. O setor S.3 (Oeste) teve uma média anual de 1.050 mm, enquanto o setor S.4 (Sudoeste) alcançou 1.150 mm, todos considerados abaixo da média climatológica. A distribuição sazonal das chuvas também foi irregular, com o outono e o inverno marcados pelo prolongamento do período seco, que se estendeu até a primavera.

Mensalmente, conforme indicado na figura 9 (vide leitura dinâmica do QR Code), o ano de 2007 em Mato Grosso do Sul apresentou um padrão de chuvas bastante variável, influenciado pela interação de diversos sistemas atmosféricos e pela ocorrência do fenômeno La Niña. Entre janeiro e março, os acumulados pluviométricos superaram a média, especialmente no centro-leste do estado, em decorrência da atuação da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) e do enfraquecimento do El Niño. Entre abril e julho, observou-se uma diminuição nas precipitações, com períodos de estiagem em algumas regiões, resultante da presença de massas de ar seco e da intensificação do fenômeno La Niña. Nos meses próximos ao final do ano, as chuvas permaneceram abaixo da média, com o setor centro-sul apresentando acumulados mais distribuídos.

Os principais sistemas atmosféricos que influenciaram as chuvas foram a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), frentes frias, massas de ar seco e a intensificação do fenômeno La Niña. Em suma, 2007 é considerado um ano excepcionalmente seco, caracterizado por grande variabilidade climática, períodos de estiagem e distribuição irregular das chuvas, o que impactou diretamente as atividades agrícolas e a disponibilidade hídrica na região.

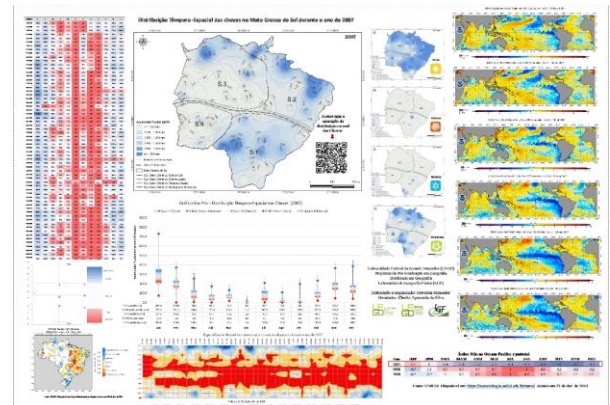


Figura 9. Espacialização geral dos dados pluviométricos do ano-padrão seco de (2007). Organização: Os Autores (2025).

Ano Padrão Habitual (2008)

No decorrer do ano de 2008, as anomalias da Temperatura da Superfície do Mar (TSM) apresentaram irregularidades, com picos negativos entre os meses de janeiro e março, seguidos por uma configuração positiva que se estendeu até o final do ano. Contudo, não houve evidências de um padrão que indicasse a formação de um episódio de El Niño-Oscilação Sul (ENOS). Nesse sentido, é possível afirmar que o ano se comportou de maneira habitual, com os sistemas atmosféricos atuando de forma regular e sem a interferência significativa de fatores externos.

Ao analisar a figura 10, observa-se que, anualmente, a distribuição das chuvas foi mais regular, com valores próximos à média climatológica. O setor S.1 (Centro-Sul) apresentou uma média anual de precipitação de 1.400 mm, seguido pelo setor S.2 (Centro-Leste), também com média de 1.400 mm. O setor S.3 (Oeste) registrou uma média anual de 1.050 mm, enquanto o setor S.4 (Sudoeste) teve uma média de 1.250 mm, valores considerados habituais em relação aos padrões climáticos. Sazonalmente, a distribuição das chuvas foi irregular, especialmente nos períodos de outono, inverno e parte da primavera, sendo que o inverno foi marcado pela escassez de chuvas.

Mensalmente, conforme a figura 10 (vide leitura dinâmica do QR Code), o ano de 2008 em Mato Grosso do Sul apresentou um padrão habitual de chuvas, influenciado pela atuação de diversos sistemas atmosféricos e pelo fenômeno El Niño no início do ano, que gradualmente deu lugar a uma condição neutra. Entre janeiro e março, as chuvas ficaram acima da média, especialmente nas regiões centro-leste e oeste do estado, devido à atuação da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS).

De abril a julho, observou-se uma redução nas precipitações, com períodos de estiagem em algumas áreas, resultado da atuação de massas de ar seco e do enfraquecimento do El Niño. Entre agosto e dezembro, as chuvas retornaram, apresentando acumulados próximos à média climatológica, especialmente nas regiões centro-sul e oeste do estado, devido à influência da ZCAS e de sistemas frontais.

Os principais sistemas atmosféricos que influenciaram as chuvas foram a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), frentes frias, massas de ar seco e a Alta da Bolívia. Em suma, 2008 foi um ano definido como habitual, com uma distribuição regular das precipitações, conforme já era esperado para a região.

Schneider, H., Silva, C. A. da.

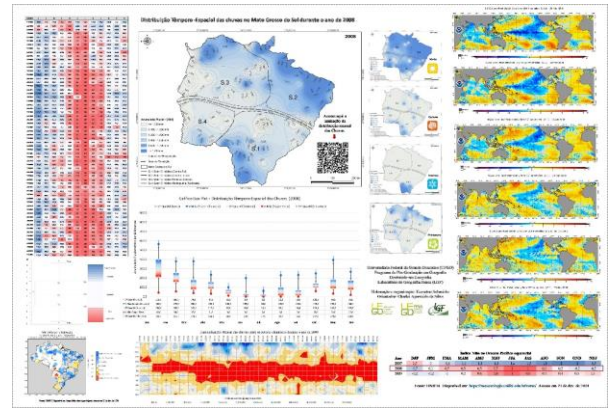


Figura 10. Espacialização geral dos dados pluviométricos do ano-padrão habitual de (2008). Organização: Os Autores (2025).

Ano Padrão Chuvoso (2009)

No decorrer do ano de 2009, as anomalias de Temperatura da Superfície do Mar (TSM) mantiveram-se positivas ao longo do Pacífico Equatorial. Conforme demonstrado na figura (11), entre abril e agosto, essas anomalias positivas confirmaram a ocorrência do El Niño, que se desenvolveu e se estendeu até o ano de 2010. No Mato Grosso do Sul, as temperaturas permaneceram acima da média climatológica, além de ocorrer variabilidade na distribuição das chuvas ao longo do ano. Observa-se que as precipitações no estado se mantiveram acima da média histórica. Durante os meses analisados, as chuvas concentraram-se principalmente no final do inverno (a partir de julho), na primavera e no verão, enquanto o período de estiagem ocorreu entre abril e junho. Assim, o ano de 2009 foi classificado como chuvoso, devido à irregularidade na distribuição das chuvas, aliada aos altos acumulados pluviométricos registrados ao longo do ano.

Ao analisar a figura 11, observa-se que a distribuição anual das chuvas foi irregular e superior à média climatológica. O setor S.1 (Centro-Sul) apresentou uma média anual de precipitação de 1.700 mm, seguido pelo setor S.2 (Centro-Leste), com uma média anual de 1.650 mm. O setor S.3 (Oeste) registrou uma média anual de 1.200 mm, assim como o setor S.4 (Sudoeste), sendo esses valores considerados acima da média climatológica. Sazonalmente, a distribuição das chuvas mostrou-se irregular, com o outono e parte do inverno caracterizados por um período seco.

De acordo com a figura 11 (consultar a leitura dinâmica por meio do QR Code), o ano de 2009 em Mato Grosso do Sul apresentou um padrão de acumulados pluviométricos superiores à média climatológica, influenciado pela atuação de diversos sistemas atmosféricos e pelo fenômeno El

Niño, que posteriormente transitou para La Niña ao longo do ano.

Entre os meses de janeiro e março, as chuvas ficaram acima da média, especialmente na região centro-leste do estado, em razão da atuação da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) e da Alta da Bolívia. De abril a junho, houve uma redução nas precipitações, com períodos de estiagem em algumas regiões, causados pela presença de massas de ar seco típicas do outono/inverno.

Nos meses de agosto a dezembro, as chuvas retornaram, apresentando acumulados acima da média em várias regiões, principalmente no centro-sul e oeste do estado, devido à atuação da ZCAS, de sistemas frontais e ao reforço da influência do fenômeno El Niño. Os principais sistemas atmosféricos que afetaram as chuvas foram a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), frentes frias, massas de ar seco, a Alta da Bolívia, além dos fenômenos El Niño e La Niña.

Em resumo, o ano de 2009 registrou uma alternância entre períodos de chuvas intensas e secas em Mato Grosso do Sul, com a distribuição das precipitações superando a média climatológica, sendo considerado um ano excepcionalmente chuvoso.

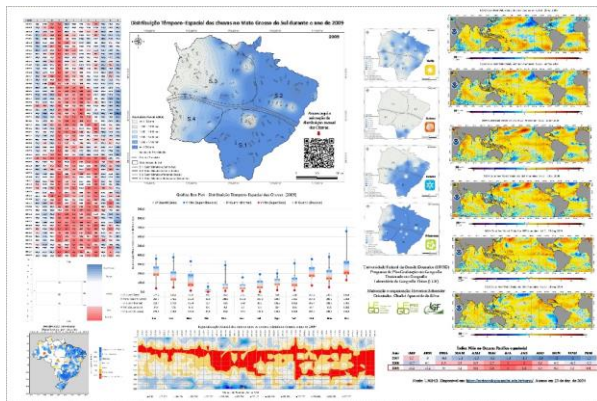


Figura 11. Espacialização geral dos dados pluviométricos do ano-padrão chuvoso de (2009). Organização: Os Autores (2025).

Ano Padrão Habitual (2016)

No decorrer de 2016, as anomalias da Temperatura da Superfície do Mar (TSM) se mantiveram positivas, em decorrência do fenômeno El Niño, que se formou no final de 2015. De acordo com o índice ONI (Oceanic Niño Index), a presença do El Niño em 2016 permaneceu com fraca intensidade. Assim, o ano se comportou de maneira habitual, com sistemas atmosféricos agindo regularmente em Mato Grosso do Sul, sem influências externas significativas. A análise mostra uma distribuição das chuvas mais regular, com valores dentro da média climatológica: o setor Schneider, H., Silva, C. A. da.

S.1 (Centro-Sul) teve uma média anual de 1.700 mm; o setor S.2 (Centro-Leste) registrou 1.500 mm; o setor S.3 (Oeste) teve 1.100 mm; e o setor S.4 (Sudoeste) alcançou 1.200 mm. As chuvas foram distribuídas sazonalmente de modo regular, com o inverno apresentando uma redução, exceto no setor S.1, onde as chuvas foram mais constantes.

Em janeiro, as chuvas variaram de normais a acima do esperado, com médias entre 155 e 290 mm, destacando-se um episódio de ZCAS que influenciou especialmente o setor S.2. Em fevereiro, a precipitação ficou entre 155 e 270 mm, com aumento no setor S.1 devido a sistemas frontais. Março exibiu médias entre 125 e 140 mm, com anomalias positivas de chuva, enquanto em abril observou-se um déficit na maioria dos setores, exceto S.1, associado ao bloqueio atmosférico.

Maio trouxe a diminuição da precipitação, principalmente no setor S.4, e confirmou o fim do fenômeno El Niño. Em junho, as chuvas foram escassas devido ao regime de inverno. Julho apresentou as maiores precipitações no setor S.1, mas ainda assim as chuvas foram consideradas abaixo da média. Em agosto, as precipitações variaram de normais a abaixo do esperado. Setembro foi um mês de transição, com chuvas variando entre 25 e 90 mm. Outubro teve chuvas abaixo da média, especialmente no setor S.3, enquanto em novembro as precipitações seguiram abaixo da média, com vários complexos convectivos gerando instabilidades.

Já em dezembro os volumes pluviométricos aumentaram, sobretudo no setor S.2, com índices médios superiores a 240 mm em alguns locais. Ao todo, os dados mostram um ano de chuvas regulares com variações notáveis entre os setores e diferentes meses.

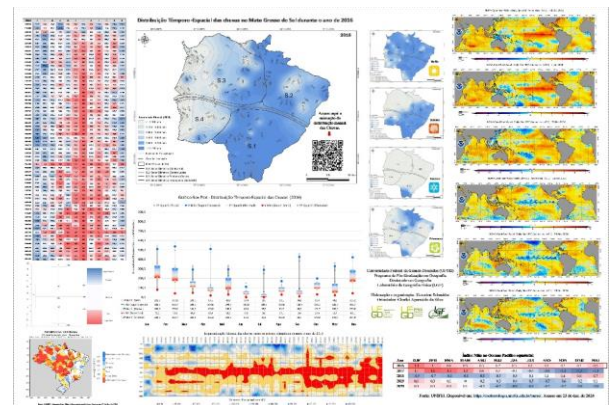


Figura 12. Espacialização geral dos dados pluviométricos do ano-padrão habitual de (2016). Organização: Os Autores (2025).

Ano Padrão Chuvoso (2017)

No decorrer do ano de 2017, as anomalias de Temperatura da Superfície do Mar (TSM) se

mantiveram positivas ao longo do Pacífico Equatorial. De janeiro a maio, houve anomalias positivas neste período. No entanto, não há evidências na literatura que confirmem a configuração do El Niño durante esse tempo. A partir de junho, as anomalias da TSM passaram a ser negativas, indicando o início da configuração do La Niña. O ano manteve-se em um estado de neutralidade. A Organização Mundial de Meteorologia (OMM) revelou que 2017 foi o ano mais quente já registrado na história, sem a ocorrência do fenômeno climático El Niño. Observou-se que as precipitações no Mato Grosso do Sul se mantiveram acima da média histórica. Durante os meses, as chuvas se concentraram na primavera, verão e outono, enquanto o período de estiagem ocorreu de junho a agosto. Assim, 2017 foi classificado como um ano chuvoso, devido à regularidade e extensão na distribuição das chuvas, aliadas aos altos acumulados pluviométricos registrados ao longo do ano.

Ao analisar a figura 13, observa-se que anualmente a distribuição das chuvas foi regular e superior à média climatológica. O setor S.1 (Centro-Sul) concentrou uma média anual de precipitação de 1.750 mm, seguido pelo setor S.2 (Centro-Leste), com média anual de 1.650 mm. O setor S.3 (Oeste) registrou uma média anual de 1.400 mm, enquanto o setor S.4 (Sudoeste) teve uma média anual de 1.300 mm, valores estes considerados acima da média climatológica. Sazonalmente, as chuvas foram distribuídas de forma regular, sendo que o inverno foi marcado pelo prolongamento do período seco, estendendo-se até a primavera. Mensalmente, de acordo com a figura 13 (vide leitura dinâmica do QR Code), os principais sistemas atmosféricos que atuaram em cada período, bem como a correlação e análise da distribuição das chuvas, são descritos a seguir, com as seguintes conclusões:

Durante o mês de janeiro, foram observados acumulados pluviométricos próximos à média climatológica. A distribuição média entre os setores climáticos ficou dentro do esperado para o período. A atuação da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) foi um dos sistemas atmosféricos que mais contribuíram para o total acumulado, sobretudo no setor S.2 (Centro-Leste). Os valores médios de precipitação mantiveram-se em 140 mm no setor S.1 (Centro-Sul), 280 mm no setor S.2 (Centro-Leste), 120 mm no setor S.3 (Oeste) e 180 mm no setor S.4 (Sudoeste). No Oceano Pacífico Central Equatorial, a temperatura da superfície do mar retornou a valores próximos da normalidade, embora ainda houvesse áreas ligeiramente frias. A tendência para os próximos meses indica um leve aumento nas temperaturas do

Schneider, H., Silva, C. A. da.

Oceano Pacífico Central, o que deve caracterizar uma situação de neutralidade.

No mês de fevereiro, as médias de precipitação variaram entre 115 e 170 mm no estado de Mato Grosso do Sul. Nos setores climáticos, foram observados núcleos isolados de chuvas acima da média climatológica. Em relação à TSM, os valores mantiveram-se semelhantes aos do mês anterior, com anomalias positivas, mas sem evidências de configuração do ENOS. Os maiores totais mensais observados ocorreram no setor climático S.1 (Centro-Sul), com valores médios de precipitação de 170 mm no setor S.1, 160 mm no setor S.2 (Centro-Leste), 115 mm no setor S.3 (Oeste) e 140 mm no setor S.4 (Sudoeste).

Em março, foram observados poucos acumulados pluviométricos no setor S.3 (Oeste). O padrão irregular de anomalias de chuva observado no estado deveu-se à atuação de sistemas de origem frontal, porém com fraca intensidade entre os setores. Nota-se que o setor S.3 (Oeste), onde está localizado o Pantanal, registrou acumulados médios abaixo da média climatológica. Os valores médios de precipitação mantiveram-se em 190 mm no setor S.1 (Centro Sul), 175 mm no setor S.2 (Centro-Leste), 80 mm no setor S.3 (Oeste) e 140 mm no setor S.4 (Sudoeste). Em relação à TSM, observaram-se desvios positivos em todo o setor do Oceano Pacífico Equatorial; contudo, não houve confirmação de configuração do ENOS.

A média de precipitação acumulada durante o mês de abril apresentou valores próximos à normalidade, com exceção do setor S.1 (Centro-Sul), que registrou acumulados acima da média para o período. Os valores médios de precipitação mantiveram-se em 180 mm no setor S.1 (Centro Sul), enquanto os demais setores S.2 (Centro-Leste), S.3 (Oeste) e S.4 (Sudoeste) apresentaram acumulados médios em torno de 110 mm. Em abril, a Temperatura da Superfície do Mar (TSM) continuou apresentando anomalias positivas, com ligeira queda em comparação ao mês anterior.

Durante o mês de maio, foram observados baixos índices pluviométricos no setor S.4 (Sudoeste). Nos demais setores, o acumulado médio de precipitação apresentou valores acima do previsto para o período. Em geral, maio costuma ser marcado pela considerável redução das chuvas, pois é um mês de transição para o inverno. No entanto, naquilo que se refere ao padrão pluvial, foi considerado chuvoso. Os valores médios de precipitação mantiveram-se em 200 mm no setor S.1 (Centro Sul), 130 mm no setor S.2 (Centro-Leste), 180 mm no setor S.3 (Oeste) e 180 mm no setor S.4 (Sudoeste). As fortes incursões de sistemas frontais nos setores contribuíram para que os acumulados pluviométricos se mantivessem

acima da média. Já em relação à TSM, caracterizou-se por anomalias positivas em grande extensão do Pacífico Equatorial, porém sem indicativos para configuração do ENOS.

Em junho, a estiagem ocorreu em praticamente todos os setores climáticos. Os aspectos sinóticos e as perturbações atmosféricas atuantes sobre o estado foram típicos do regime de inverno. Os sistemas que atuaram no estado foram as frentes frias, que causaram apenas nebulosidade e chuvas esparsas. Os valores médios de precipitação mantiveram-se em 80 mm no setor S.1 (Centro Sul), 20 mm no setor S.2 (Centro-Leste), 50 mm no setor S.3 (Oeste) e 30 mm no setor S.4 (Sudoeste). Neste mês, o Pacífico Equatorial apresentou um padrão de águas mais quentes que a média climatológica, porém sem indicativos para configuração de ENOS.

No mês de julho, a estiagem foi generalizada em todos os setores climáticos. As chuvas foram escassas, com baixos acumulados. As frentes frias apresentaram fraca intensidade, gerando apenas nebulosidade e pouco acúmulo de chuvas. Os valores médios de precipitação mantiveram-se em 8 mm no setor S.1 (Centro Sul), sem registros de precipitação no setor S.2 (Centro-Leste), 4 mm no setor S.3 (Oeste) e 4 mm no setor S.4 (Sudoeste). No campo da TSM, observou-se um padrão de águas mais quentes que a média climatológica, porém sem indicativos para configuração do ENOS.

No mês de agosto, embora correspondesse ao período de estiagem, foram registradas chuvas acima da média climatológica para esta época do ano. Os valores médios de precipitação mantiveram-se em 90 mm no setor S.1 (Centro Sul), 70 mm no setor S.2 (Centro-Leste), 50 mm no setor S.3 (Oeste) e 60 mm no setor S.4 (Sudoeste). No campo da TSM, o padrão de Temperatura da Superfície do Mar (TSM) sobre o Pacífico Equatorial permaneceu neutro, sem alterações significativas em comparação ao mês anterior.

Durante o mês de setembro, analisando os campos médios de precipitação, observa-se que as chuvas variaram entre os setores climáticos, com valores entre 20 e 45 mm. O mês costuma ser de transição, com o retorno gradual das chuvas. Os acumulados de precipitação ficaram abaixo da média climatológica, principalmente nos setores S.1 (Centro-Sul) e S.2 (Centro-Leste), que geralmente são os primeiros a receber os acumulados pluviométricos do período. Os valores médios de precipitação mantiveram-se em 25 mm no setor S.1 (Centro Sul), 20 mm no setor S.2 (Centro-Leste), 35 mm no setor S.3 (Oeste) e 45 mm no setor S.4 (Sudoeste). No campo da TSM, o padrão de Temperatura da Superfície do Mar

(TSM) sobre o Pacífico Equatorial permaneceu levemente acima da média climatológica, sem alterações significativas.

Em outubro, as chuvas foram regulares em todos os setores climáticos, resultando em desvios positivos de precipitação, especialmente no setor S.1 (Centro-Sul). Os valores médios de precipitação mantiveram-se em 230 mm no setor S.1 (Centro Sul), 170 mm no setor S.2 (Centro-Leste), 170 mm no setor S.3 (Oeste) e 140 mm no setor S.4 (Sudoeste). No campo da TSM, o padrão de Temperatura da Superfície do Mar (TSM) sobre o Pacífico Equatorial permaneceu levemente acima da média climatológica, sem alterações significativas.

Durante o mês de novembro, a formação de áreas de instabilidade associadas ao avanço dos sistemas frontais favoreceu a ocorrência de chuvas em grande parte do Mato Grosso do Sul. Complexos Convectivos de Mesoescala (CCMs) se formaram, provocando instabilidades isoladas mais a oeste e sudoeste do estado. Em relação ao mês anterior, houve um aumento da convecção tropical, ou seja, das nuvens de grande desenvolvimento que provocam chuvas volumosas, com destaque para o setor S.2 (Centro-Leste), que também foi beneficiado pela atuação da ZCAS. Os valores médios de precipitação mantiveram-se em 170 mm no setor S.1 (Centro Sul), 260 mm no setor S.2 (Centro-Leste), 190 mm no setor S.3 (Oeste) e 180 mm no setor S.4 (Sudoeste). Em relação à TSM sobre o Pacífico Equatorial, apresentaram-se valores dentro da média climatológica, mantendo a mesma configuração do mês anterior, sem evidências para a configuração do ENOS.

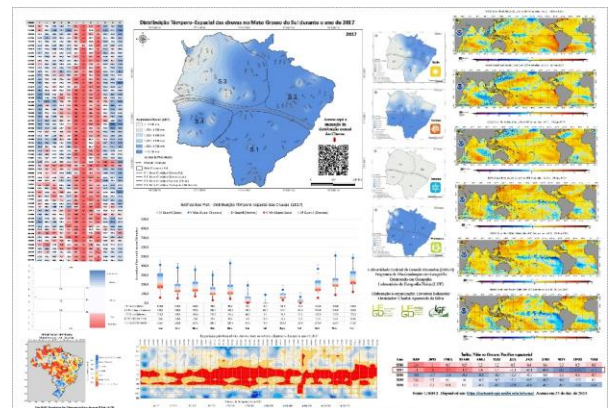


Figura 13. Espacialização geral dos dados pluviiais do ano-padrão chuvoso de (2017). Organização: Os Autores (2025).

Ano Padrão Habitual (2018)

No decorrer do ano de 2018, as anomalias de Temperatura da Superfície do Mar (TSM) permaneceram baixas entre os meses de janeiro e agosto, apresentando picos positivos de

neutralidade de agosto até o final do ano. A configuração negativa se estendeu até o final de agosto, quando foi confirmada a ocorrência de um episódio de La Niña de fraca intensidade. A partir de setembro, as anomalias da TSM passaram a ser positivas, indicando a configuração tardia do El Niño. O ano se comportou de maneira habitual, com os sistemas atmosféricos atuando de forma regular, sem influências externas significativas.

Ao analisar a figura 14, observa-se que anualmente a distribuição das chuvas foi mais regular, apresentando valores dentro da média climatológica, com destaque para o setor S.1 (Centro-Sul), que concentrou médias anuais acima da média prevista. O setor S.1 (Centro-Sul) registrou uma média anual de precipitação de 1.800 mm, seguido pelo setor S.2 (Centro-Leste), com média anual de 1.500 mm. O setor S.3 (Oeste) apresentou uma média anual de 1.400 mm, enquanto o setor S.4 (Sudoeste) registrou uma média de 1.300 mm, valores considerados habituais. Sazonalmente, as chuvas foram distribuídas de forma mais regular durante as quatro estações do ano, com um período de estiagem entre os meses de abril e julho. O inverno foi marcado pela redução das chuvas, exceto no setor S.1 (Centro-Sul), onde a precipitação ocorreu de forma mais regular.

Mensalmente, de acordo com a figura 14 (vide leitura dinâmica do QR Code), os principais sistemas atmosféricos que atuaram em cada período, assim como a correlação e análise da distribuição das chuvas, são descritos nas conclusões abaixo:

Durante o mês de janeiro, as médias de precipitação em Mato Grosso do Sul variaram entre 170 e 290 mm, consideradas dentro dos padrões médios da climatologia para o período. Os maiores totais mensais observados ocorreram no setor climático S.1 (Centro-Sul). Os valores médios de precipitação mantiveram-se em 290 mm no setor S.1 (Centro-Sul), 285 mm no setor S.2 (Centro-Leste), 170 mm no setor S.3 (Oeste) e 185 mm no setor S.4 (Sudoeste). A atuação da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) foi um dos sistemas atmosféricos que mais contribuíram para o acumulado, sobretudo nos setores S.1 (Centro-Sul) e S.2 (Centro-Leste). Já os setores S.3 (Oeste) e S.4 (Sudoeste) foram influenciados por complexos convectivos de mesoescala (CCMs) que se formaram, provocando instabilidades durante o mês.

No mês de fevereiro, as médias de precipitação variaram entre 200 e 225 mm no estado de Mato Grosso do Sul. A incursão de *Schneider, H., Silva, C. A. da.*

sistemas frontais foi favorável ao aumento considerável das chuvas nos setores S.1 (Centro-Sul) e S.2 (Centro-Leste), com desvios positivos superiores a 100 mm. Conforme o cartograma (20), as anomalias negativas da Temperatura da Superfície do Mar (TSM) permaneceram baixas, o que determinou a configuração do fenômeno La Niña de fraca intensidade. Os valores médios de precipitação se mantiveram em 225 mm no setor S.1 (Centro-Sul), 225 mm no setor S.2 (Centro-Leste), 215 mm no setor S.3 (Oeste) e 200 mm no setor S.4 (Sudoeste).

Durante o mês de março, foram observadas médias de precipitação que variaram entre 130 e 245 mm nos setores climáticos do estado. Os sistemas frontais foram bastante satisfatórios na espacialização das chuvas ao longo do mês, o que causou grandes convecções. A configuração do campo de anomalia da Temperatura da Superfície do Mar (TSM) mostrou que o fenômeno La Niña se apresentou com intensidade fraca. Os valores médios de precipitação mantiveram-se em 245 mm no setor S.1 (Centro Sul), 150 mm no setor S.2 (Centro-Leste), 140 mm no setor S.3 (Oeste) e 130 mm no setor S.4 (Sudoeste).

Durante o mês de abril, as frentes frias atuaram com fraca intensidade, causando apenas nebulosidade nos setores climáticos. Choveu abaixo da média histórica em praticamente todo o estado, com destaque para desvios negativos, com acumulados médios que variaram entre 20 e 70 mm. O déficit de chuvas tornou-se mais visível, especialmente porque este período marca a transição entre o verão e o outono. O campo da Temperatura da Superfície do Mar (TSM) manteve o padrão de anomalias negativas no Pacífico Equatorial, com persistência do fenômeno La Niña. Os valores médios de precipitação mantiveram-se em 20 mm no setor S.1 (Centro Sul), 70 mm no setor S.2 (Centro-Leste), 40 mm no setor S.3 (Oeste) e 50 mm no setor S.4 (Sudoeste).

No mês de maio, observou-se a diminuição da precipitação em grande parte dos setores climáticos. Durante o mês, a passagem de sistemas frontais proporcionou aumento da nebulosidade e chuvas com baixo índice pluviométrico. O campo da Temperatura da Superfície do Mar (TSM) manteve o padrão de anomalias negativas no Pacífico Equatorial, com a permanência do fenômeno La Niña. Os valores médios de precipitação mantiveram-se em 40 mm no setor S.1 (Centro Sul), 40 mm no setor S.2 (Centro-Leste), 80 mm no setor S.3 (Oeste) e 50 mm no setor S.4 (Sudoeste).

Durante o mês de junho, foram observados escassos acumulados de chuvas nos setores climáticos. Os aspectos sinóticos e as perturbações

atmosféricas atuantes sobre o estado foram típicos do regime de inverno. Os sistemas que atuaram neste estado foram as frentes frias, que causaram apenas nebulosidade e chuvas reduzidas e irregulares. O campo da Temperatura da Superfície do Mar (TSM) manteve o padrão de anomalias negativas no Pacífico Equatorial, com a continuidade do fenômeno La Niña. Os valores médios de precipitação mantiveram-se em 35 mm no setor S.1 (Centro Sul), 10 mm no setor S.2 (Centro-Leste), 50 mm no setor S.3 (Oeste) e 20 mm no setor S.4 (Sudoeste).

No mês de julho, a escassez foi bem marcante, com singelos acumulados pluviométricos. Em geral, as condições foram típicas do regime de inverno. A atuação de uma massa de ar seco durante praticamente todo o mês de julho resultou em baixos índices pluviométricos e, conseqüentemente, na predominância de chuvas abaixo da média em grande parte do estado. No campo da TSM, os índices mantiveram-se dentro dos valores médios no Pacífico Equatorial. Os valores médios de precipitação mantiveram-se em 2 mm no setor S.1 (Centro Sul), sem registros de precipitação no setor S.2 (Centro-Leste), 2 mm no setor S.3 (Oeste) e 10 mm no setor S.4 (Sudoeste).

No mês de agosto, a atuação do jato em baixos níveis foi favorável à ocorrência de chuvas, sobretudo nos setores S.1 (Centro-Sul). Nos demais setores climáticos, os totais de chuva estiveram ligeiramente acima da média histórica. No campo da TSM, as temperaturas mantiveram-se negativas, com a permanência do fenômeno La Niña. Os valores médios de precipitação mantiveram-se em 90 mm no setor S.1 (Centro Sul), 35 mm no setor S.2 (Centro-Leste), 60 mm no setor S.3 (Oeste) e 25 mm no setor S.4 (Sudoeste).

Durante o mês de setembro, ao analisar os campos médios de precipitação, observa-se que as chuvas variaram entre os setores climáticos, com totais que variaram entre 70 e 200 mm. O mês costuma ser de transição com o retorno gradual das chuvas. A incursão de frentes frias e a formação de sistemas de baixa pressão no sul do país favoreceram a formação de chuvas no Mato Grosso do Sul, com desvios positivos nos setores S.1 (Centro-Sul) e S.2 (Centro-Leste). No Pacífico Equatorial, a configuração evidenciou um padrão de anomalias positivas, com possível tendência para o desenvolvimento do El Niño. Os valores médios de precipitação mantiveram-se em 200 mm no setor S.1 (Centro Sul), 130 mm no setor S.2 (Centro-Leste), 155 mm no setor S.3 (Oeste) e 70 mm no setor S.4 (Sudoeste).

No mês de outubro, as precipitações mantiveram-se acima da média climatológica. Complexos Convectivos de Mesoescala (CCMs) se

formaram, provocando instabilidades em praticamente todo o território sul-mato-grossense, com exceção do setor S.4 (Sudoeste). Em relação ao mês anterior, houve aumento da convecção tropical, isto é, das nuvens de grande desenvolvimento que provocam chuvas volumosas. O setor S.1 (Centro-Sul) foi o setor climático com maior acumulado pluviométrico. Os valores médios de precipitação mantiveram-se em 340 mm no setor S.1 (Centro Sul), 170 mm no setor S.2 (Centro-Leste), 140 mm no setor S.3 (Oeste) e 90 mm no setor S.4 (Sudoeste). No Pacífico Equatorial, a configuração evidenciou um padrão de anomalias positivas, que indicam a configuração do El Niño de franca intensidade.

Durante o mês de novembro, as precipitações mantiveram-se dentro da média climatológica. Complexos Convectivos de Mesoescala (CCMs) se formaram, provocando instabilidades em praticamente todo o território sul-mato-grossense. Em relação ao mês anterior, houve diminuição nos acumulados médios pluviométricos. Os valores médios de precipitação mantiveram-se em 150 mm no setor S.1 (Centro Sul), 190 mm no setor S.2 (Centro-Leste), 185 mm no setor S.3 (Oeste) e 190 mm no setor S.4 (Sudoeste). No Pacífico Equatorial, a configuração manteve-se com a definição de El Niño de fraca intensidade.

Por fim, no mês de dezembro, as médias de precipitação mostraram-se ligeiramente abaixo da média climatológica para o período. Os valores médios de precipitação mantiveram-se em 120 mm no setor S.1 (Centro Sul), 130 mm no setor S.2 (Centro-Leste), 100 mm no setor S.3 (Oeste) e 110 mm no setor S.4 (Sudoeste). No Pacífico Equatorial, a configuração manteve-se com a definição de El Niño de fraca intensidade.

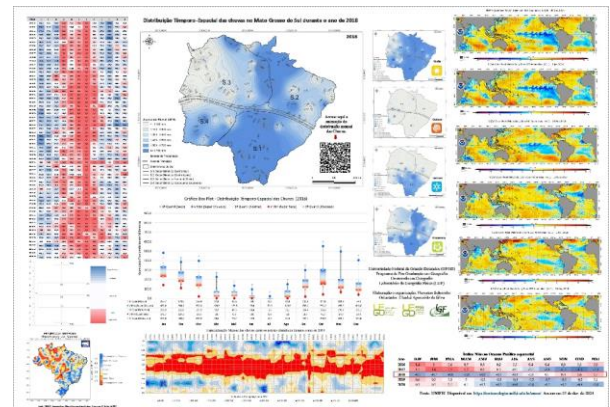


Figura 14. Espacialização geral dos dados pluviais do ano-padrão habitual de (2018). Organização: Os Autores (2025).

Ano Padrão Seco (2019)

No início do ano de 2019, as anomalias de temperatura da superfície do mar (TSM) ainda indicavam a configuração do El Niño de fraca intensidade, que perdurou até janeiro. A seguir, a TSM manteve um período de neutralidade, apresentando anomalias negativas somente a partir de junho do referido ano. A anomalia de precipitação ocorrida no estado de Mato Grosso do Sul ficou abaixo da média climatológica em todos os setores climáticos. Observa-se, durante os meses, uma estiagem prolongada de aproximadamente quatro meses, que se estendeu de junho a setembro do mencionado ano. Assim, o ano de 2019 foi classificado como seco, devido à irregularidade nos registros de precipitação ocorridos ao longo do ano.

Ao analisar a figura 15, nota-se que, anualmente, a distribuição das chuvas foi irregular, com destaque para o setor S.4 (Sudoeste), que ficou abaixo da média climatológica. O setor S.1 (Centro-Sul) concentrou uma média anual de precipitação de 1.400 mm, seguido do setor S.2 (Centro-Leste), com média anual de 1.300 mm. Já o setor S.3 (Oeste) concentrou uma média anual de 1.100 mm, e o setor S.4 (Sudoeste) apresentou uma média anual de 950 mm. Sazonalmente, as chuvas foram distribuídas de forma irregular. O outono, o inverno e parte da primavera foram marcados pelo prolongamento do período seco.

Mensalmente, de acordo com a figura 15 (vide leitura dinâmica do QR Code), os principais sistemas atmosféricos que atuaram em cada período, bem como a correlação e análise da distribuição das chuvas, são descritos abaixo com as seguintes conclusões:

No mês de janeiro, foram observados acumulados pluviométricos abaixo da média climatológica para o período. Uma grande massa de ar seco predominou por boa parte do mês no estado, com elevadas temperaturas e impedimentos na formação de nuvens de chuva. Os valores médios de precipitação se mantiveram em 135 mm no setor S.1 (Centro-Sul), 160 mm no setor S.2 (Centro-Leste), 45 mm no setor S.3 (Oeste) e 115 mm no setor S.4 (Sudoeste). No Pacífico Equatorial, a configuração da Temperatura da Superfície do Mar (TSM) evidenciou um padrão de anomalias positivas nas águas superficiais e, neste mês, ficou claramente evidenciada a configuração do El Niño.

Em fevereiro, as médias de precipitação variaram entre 130 e 200 mm no estado de Mato Grosso do Sul, valores próximos à média climatológica para o período. Os maiores totais mensais observados ocorreram no setor climático S.2 (Centro-Leste). Os valores médios de

precipitação se mantiveram em 170 mm no setor S.1 (Centro-Sul), 200 mm no setor S.2 (Centro-Leste), 130 mm no setor S.3 (Oeste) e 135 mm no setor S.4 (Sudoeste). No que se refere à TSM, foi evidenciada uma neutralidade no Pacífico Equatorial Central, consistente com o enfraquecimento do fenômeno El Niño. Durante o mês, o fenômeno foi considerado encerrado.

Durante o mês de março, foram observadas chuvas acima da média em grande parte dos setores climáticos. O total mensal pluviométrico ficou acima da média histórica. Os valores médios de precipitação mantiveram-se em 210 mm no setor S.1 (Centro Sul), 145 mm no setor S.2 (Centro-Leste), 220 mm no setor S.3 (Oeste) e 145 mm no setor S.4 (Sudoeste). Em relação à TSM, apresentou neutralidade, próximo aos valores do mês anterior, o que não demonstrou características do surgimento de um novo episódio de ENOS.

A média de precipitação acumulada durante o mês de abril representou valores próximos à normal climatológica, com considerável redução nos acumulados em relação ao mês anterior. Houve irregularidade na distribuição das chuvas em todos os setores climáticos. Os valores médios de precipitação mantiveram-se em 90 mm no setor S.1 (Centro Sul), 110 mm no setor S.2 (Centro-Leste), 160 mm no setor S.3 (Oeste) e 110 mm no setor S.4 (Sudoeste). Em relação à TSM, esta apresentou neutralidade, próximo aos valores do mês anterior, o que não demonstrou características do surgimento de um novo episódio de ENOS.

Durante o mês de maio, foram observadas poucas chuvas nos setores climáticos, com destaque para o setor S.1 (Centro-Sul), que apresentou acumulados pluviométricos acima da média para o período. Em geral, os sistemas frontais causaram nebulosidade e poucas chuvas em quase todo o estado de Mato Grosso do Sul. Os valores médios de precipitação mantiveram-se em 130 mm no setor S.1 (Centro Sul), 60 mm no setor S.2 (Centro-Leste), 70 mm no setor S.3 (Oeste) e 50 mm no setor S.4 (Sudoeste). Em relação à TSM, esta apresentou neutralidade, próximo aos valores do mês anterior, o que não demonstrou características do surgimento de um novo episódio de ENOS.

O mês de junho é um período de poucas chuvas em grande parte dos setores climáticos do Mato Grosso do Sul. Os desvios ficaram negativos. Os aspectos sinóticos e as perturbações atmosféricas atuantes sobre o estado foram típicos do regime de inverno. Os sistemas que atuam no estado foram as frentes frias, que causaram apenas nebulosidade e chuvas esparsas. Os valores médios de precipitação mantiveram-se em 30 mm no setor

S.1 (Centro Sul), 15 mm no setor S.2 (Centro-Leste), 15 mm no setor S.3 (Oeste) e 20 mm no setor S.4 (Sudoeste). Os campos oceânicos e atmosféricos do Pacífico Equatorial apresentaram anomalias negativas e águas superficiais mais frias, o que está associado à formação do fenômeno La Niña.

No mês de julho, os setores climáticos atravessam um período de estiagem do ponto de vista climatológico. A presença de uma massa de ar seco continuou proporcionando baixos índices de umidade relativa do ar em várias localidades do estado, impedindo a ocorrência de chuvas. No entanto, mesmo assim, as chuvas ocorreram próximas aos valores climatológicos. Os valores médios de precipitação mantiveram-se em 40 mm no setor S.1 (Centro Sul), 20 mm no setor S.2 (Centro-Leste), 50 mm no setor S.3 (Oeste) e 20 mm no setor S.4 (Sudoeste). Os campos oceânicos e atmosféricos continuaram a evidenciar características associadas ao episódio de La Niña sobre o Oceano Pacífico Equatorial.

O mês de agosto é típico de estiagem no estado de Mato Grosso do Sul. Por essa razão, embora escassas, as chuvas ocorreram dentro do esperado do ponto de vista climatológico. Durante o mês, houve persistência de uma intensa massa de ar quente e seco na maior parte do Brasil Central, onde se registraram baixos valores de umidade relativa e temperaturas máximas acima da média histórica. Os valores médios de precipitação mantiveram-se em 6 mm no setor S.1 (Centro Sul), 15 mm no setor S.2 (Centro-Leste), 3 mm no setor S.3 (Oeste) e 15 mm no setor S.4 (Sudoeste). No campo da TSM, evidenciou-se a expansão da área de anomalias negativas de Temperatura da Superfície do Mar (TSM) adjacente à costa oeste da América do Sul e na faixa equatorial do Pacífico Leste. Esta configuração foi consistente com a fase ativa do fenômeno La Niña sobre o Pacífico Equatorial.

Analisando os campos médios de precipitação, observa-se que as chuvas variaram entre os setores climáticos entre 15 e 40 mm. O mês costuma ser de transição, com o retorno gradual das chuvas. No entanto, os acumulados de precipitação ficaram abaixo do previsto para o período. Durante quase todo o mês de setembro, em particular na primeira quinzena, predominou uma intensa circulação anticlônica na baixa troposfera, que contribuiu para a escassez de chuvas na maior parte dos setores climáticos, com exceção do Setor S.1 (Centro-Sul). Os valores médios de precipitação mantiveram-se em 30 mm no setor S.1 (Centro Sul), 40 mm no setor S.2 (Centro-Leste), 15 mm no setor S.3 (Oeste) e 20 mm no setor S.4 (Sudoeste). Já em relação à TSM, evidenciou-se a configuração

do fenômeno La Niña sobre o Pacífico Equatorial, com a expansão, em área e magnitude, das anomalias negativas de Temperatura da Superfície do Mar (TSM) ao longo da faixa equatorial, em comparação com agosto passado.

Durante o mês de outubro, observou-se a permanência da influência do escoamento anticiclônico que atuou sobre grande parte do Mato Grosso do Sul. Por essa razão, as chuvas apresentaram-se abaixo da média histórica em grande parte dos setores climáticos. Os valores médios de precipitação mantiveram-se em 70 mm no setor S.1 (Centro Sul), 80 mm no setor S.2 (Centro-Leste), 70 mm no setor S.3 (Oeste) e 70 mm no setor S.4 (Sudoeste). Em relação à TSM, em escala global, evidenciou-se o estabelecimento da fase madura do fenômeno La Niña sobre o Pacífico Equatorial, ocorrida desde seu início em junho de 2019.

Durante o mês de novembro, a atuação da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) e a incursão de sistemas frontais proporcionaram aumento das chuvas nos setores climáticos de Mato Grosso do Sul. Com relação ao mês anterior, houve aumento da convecção tropical, isto é, das nuvens de grande desenvolvimento que provocam chuvas com acumulados próximos à média climatológica. Os valores médios de precipitação mantiveram-se em 140 mm no setor S.1 (Centro Sul), 135 mm no setor S.2 (Centro-Leste), 115 mm no setor S.3 (Oeste) e 110 mm no setor S.4 (Sudoeste). Em relação à TSM, em escala global, evidenciou-se a permanência do fenômeno La Niña na região equatorial do Oceano Pacífico.

Por fim, no mês de dezembro, o setor S.1 (Centro-Sul) foi o mais beneficiado pelas chuvas, com índices médios superiores a 320 mm em alguns postos pluviométricos. O mês foi o mais chuvoso do ano em decorrência do fortalecimento dos sistemas meteorológicos que influenciaram o padrão de chuvas. Houve ocorrência de episódios intensos de chuva, típicos da estação de verão, ocasionados pela atuação da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS). Os valores médios de precipitação mantiveram-se em 320 mm no setor S.1 (Centro Sul), 270 mm no setor S.2 (Centro-Leste), 200 mm no setor S.3 (Oeste) e 160 mm no setor S.4 (Sudoeste). Em relação à TSM, as anomalias evidenciaram a permanência do fenômeno La Niña.

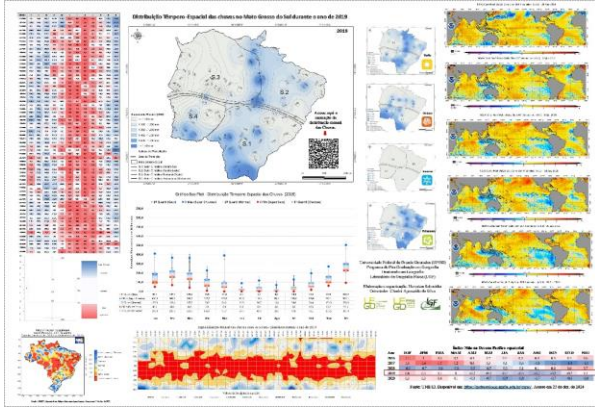


Figura 15. Espacialização geral dos dados pluviométricos do ano-padrão seco de (2019). Organização: Os Autores (2025).

Ano Padrão Seco (2020)

No ano de 2020, as anomalias de Temperatura da Superfície do Mar (TSM) se mantiveram próximas à neutralidade ao longo do Pacífico Equatorial até o mês de abril. Após o mês de maio, as anomalias de temperatura evidenciaram a permanência da atuação do fenômeno La Niña. Os acumulados médios de precipitação ocorridas no estado de Mato Grosso do Sul durante o ano foram irregulares e mal distribuídos entre os setores climáticos. Assim, é possível afirmar que há uma forte correlação entre o La Niña e a distribuição das chuvas durante o ano. Durante os meses, nota-se que houve uma estiagem prolongada de aproximadamente seis meses no setor S.3 (oeste) e em demais setores de cerca de quatro meses. Assim, o ano de 2020 foi classificado como seco, devido à irregularidade nos registros de precipitação ocorridos ao longo do ano.

Ao analisar a figura 16, observa-se que anualmente a distribuição das chuvas foi muito irregular e abaixo da média climatológica. O setor S.1 (Centro-Sul) concentrou uma média anual de precipitação de 1.400 mm, seguido do setor S.2 (Centro-Leste), com média anual de 1.100 mm. Já o setor S.3 (Oeste) concentrou uma média anual de 1.000 mm, e o setor S.4 (Sudoeste) apresentou uma média anual de 850 mm, valores esses considerados abaixo da média climatológica. Sazonalmente, as chuvas foram distribuídas de forma irregular. O outono e o inverno foram marcados pelo prolongamento do período seco, estendendo-se até a primavera.

Mensalmente, de acordo com a figura 16 (vide leitura dinâmica do QR Code), os principais sistemas atmosféricos que atuaram em cada período, assim como a correlação e análise da distribuição das chuvas, são descritos nas seguintes conclusões:

Durante o mês de janeiro, foram observadas anomalias positivas de precipitação, considerado um dos meses mais chuvosos do ano, de acordo com o relatório de análise climática do CPTEC/INPE. A distribuição entre os setores climáticos ficou próxima à média histórica climatológica. As chuvas foram decorrentes, principalmente, da configuração de episódios da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS). As condições observadas da Temperatura da Superfície do Mar (TSM) no Pacífico Equatorial e do escoamento próximo à superfície evidenciaram uma configuração de neutralidade, mas com tendência futura de configuração do La Niña. Os valores médios de precipitação se mantiveram em 190 mm no setor S.1 (Centro Sul), 200 mm no setor S.2 (Centro-Leste), 175 mm no setor S.3 (Oeste) e 130 mm no setor S.4 (Sudoeste).

Em fevereiro, as médias de precipitação variaram entre 160 e 240 mm no estado de Mato Grosso do Sul. A atuação da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) no estado garantiu acumulados pluviométricos importantes. Os maiores totais mensais observados ocorreram no setor climático S.2 (Centro-Leste). Os valores médios de precipitação se mantiveram em 160 mm no setor S.1 (Centro Sul), 240 mm no setor S.2 (Centro-Leste), 115 mm no setor S.3 (Oeste) e 140 mm no setor S.4 (Sudoeste). No que se refere à TSM, a configuração se manteve em neutralidade.

No decorrer de março, foram observados poucos acumulados pluviométricos em grande parte do estado. A massa de ar seco que atuou em março sobre parte da América do Sul ocasionou temperaturas elevadas e baixos valores de umidade relativa do ar. O total mensal pluviométrico ficou abaixo da média histórica. Os valores médios de precipitação se mantiveram em 75 mm no setor S.1 (Centro Sul), 80 mm no setor S.2 (Centro-Leste), 50 mm no setor S.3 (Oeste) e 60 mm no setor S.4 (Sudoeste). No que se refere à TSM, a configuração se manteve em neutralidade.

A média de precipitação acumulada durante o mês de abril representou desvios negativos e desfavoráveis para o período. Houve irregularidade na distribuição das chuvas em todos os setores climáticos. A atuação de vórtices ciclônicos e cavados em altos níveis, assim como a intensificação do escoamento anticiclônico em baixos níveis sobre o Brasil, impediu a formação de chuvas em praticamente todos os setores climáticos. Os valores médios de precipitação se mantiveram em 75 mm no setor S.1 (Centro Sul), 70 mm no setor S.2 (Centro-Leste), 60 mm no setor S.3 (Oeste) e 35 mm no setor S.4 (Sudoeste). A Temperatura da Superfície do Mar (TSM) apresentou valores abaixo da média adjacente à

costa do Equador e ao norte do Peru. Esta configuração é indicativa do desenvolvimento do fenômeno La Niña.

Durante o mês de maio, foram observadas chuvas próximas à média climatológica para o período. O maior destaque foram as incursões de sistemas frontais que atuaram como responsáveis pela distribuição das chuvas entre os setores climáticos. Os valores médios de precipitação se mantiveram em 120 mm no setor S.1 (Centro Sul), 80 mm no setor S.2 (Centro-Leste), 90 mm no setor S.3 (Oeste) e 115 mm no setor S.4 (Sudoeste). Já em relação à TSM, isto indicou o estabelecimento do fenômeno La Niña no Pacífico Equatorial Leste, onde houve expansão das águas mais frias.

O mês de junho é um período de poucas chuvas em grande parte dos setores climáticos do Mato Grosso do Sul. Os desvios ficaram negativos na maior parte dos setores climáticos, com exceção do setor S.1 (Centro-Sul), que concentrou o maior volume de precipitação. Os aspectos sinóticos e as perturbações atmosféricas atuantes sobre o estado foram típicos do regime de inverno. Os sistemas que atuaram no estado foram as frentes frias, que causaram chuvas irregulares. Os valores médios de precipitação se mantiveram em 120 mm no setor S.1 (Centro Sul), 30 mm no setor S.2 (Centro-Leste), 60 mm no setor S.3 (Oeste) e 30 mm no setor S.4 (Sudoeste). Os campos oceânicos e atmosféricos continuaram evidenciando características associadas ao episódio do fenômeno La Niña sobre o Oceano Pacífico Equatorial.

No mês de julho, os setores climáticos atravessaram um período de estiagem do ponto de vista climatológico. A presença de uma massa de ar seco continuou proporcionando baixos índices de umidade relativa do ar em várias localidades do estado, impedindo a ocorrência de chuvas. No entanto, mesmo assim, as chuvas ocorreram próximas aos valores climatológicos. Os valores médios de precipitação se mantiveram em 20 mm no setor S.1 (Centro Sul), 10 mm no setor S.2 (Centro-Leste), 6 mm no setor S.3 (Oeste) e 2 mm no setor S.4 (Sudoeste). No campo da TSM, houve a confirmação da configuração do fenômeno La Niña sobre o Oceano Pacífico Equatorial.

O mês de agosto é típico de estiagem no estado do Mato Grosso do Sul. No entanto, neste período, foram observados acumulados acima da média climatológica nos setores S.1 (Centro Sul) e S.4 (Sudoeste). Os sistemas frontais foram mais evidentes, o que favoreceu a concentração de chuvas nesses setores. Já nos setores S.2 (Centro-Leste) e S.3 (Oeste), houve persistência de uma intensa massa de ar quente e seca, o que impediu o avanço da frente fria. Os valores médios de precipitação se mantiveram em 170 mm no setor

S.1 (Centro Sul), 30 mm no setor S.2 (Centro-Leste), 30 mm no setor S.3 (Oeste) e 110 mm no setor S.4 (Sudoeste). No campo da TSM, evidenciaram a expansão da área de anomalias negativas de Temperatura da Superfície do Mar (TSM) adjacente à costa oeste da América do Sul e na faixa equatorial do Pacífico Leste. Esta configuração foi consistente com a fase ativa do fenômeno La Niña sobre o Pacífico Equatorial.

Analisando os campos médios de precipitação, observa-se que as chuvas variaram entre os setores climáticos entre 10 e 45 mm. O mês costuma ser de transição, com o retorno gradual das chuvas. No entanto, os acumulados de precipitação ficaram muito abaixo do que é previsto para o período. Durante quase todo o mês de setembro, predominou uma intensa circulação anticiclônica na baixa troposfera, que contribuiu para a escassez de chuvas na maior parte dos setores climáticos. Os valores médios de precipitação se mantiveram em 45 mm no setor S.1 (Centro Sul), 25 mm no setor S.2 (Centro-Leste), 25 mm no setor S.3 (Oeste) e 10 mm no setor S.4 (Sudoeste). Já em relação à TSM, evidenciaram a configuração madura do La Niña no Pacífico Equatorial.

Durante o mês de outubro, foi identificado o retorno mais regular das chuvas, a partir da atuação de sistemas atmosféricos como a ZCAS, sistemas frontais e sistemas de convecção sobre o estado. Por essa razão, as chuvas apresentaram-se ligeiramente acima da média histórica em grande parte dos setores climáticos. Os valores médios de precipitação se mantiveram em 150 mm no setor S.1 (Centro Sul), 100 mm no setor S.2 (Centro-Leste), 140 mm no setor S.3 (Oeste) e 115 mm no setor S.4 (Sudoeste). Em relação à TSM, em escala global, evidenciaram o estabelecimento da fase madura do fenômeno La Niña sobre o Pacífico Equatorial, ocorrida desde o seu início em julho de 2020.

Durante o mês de novembro, observou-se uma distribuição irregular entre os setores climáticos, além do baixo acumulado para o período. A presença da massa de ar seco durante o mês de novembro sobre a região central do Brasil favoreceu o aumento das temperaturas e a redução das chuvas. Os valores médios de precipitação se mantiveram em 85 mm no setor S.1 (Centro Sul), 100 mm no setor S.2 (Centro-Leste), 80 mm no setor S.3 (Oeste) e 90 mm no setor S.4 (Sudoeste). Em relação à TSM, em escala global, evidenciaram a permanência do fenômeno La Niña na região equatorial do Oceano Pacífico.

Por fim, no mês de dezembro, o setor S.1 (Centro-Sul) foi o mais beneficiado pelas chuvas, com índices médios superiores a 210 mm em alguns postos pluviométricos. Já os demais setores

climáticos apresentaram acumulados pluviométricos levemente abaixo da média climatológica. Houve ocorrência de episódios intensos de chuva, típicos da estação de verão, ocasionados pela atuação de sistemas de convecção. Os valores médios de precipitação se mantiveram em 210 mm no setor S.1 (Centro Sul), 165 mm no setor S.2 (Centro-Leste), 120 mm no setor S.3 (Oeste) e 110 mm no setor S.4 (Sudoeste). Em relação à TSM, as anomalias mantiveram o padrão para a ocorrência do La Niña, que perdurou até fevereiro de 2023, sendo um dos episódios de ENOS mais longos já registrados.

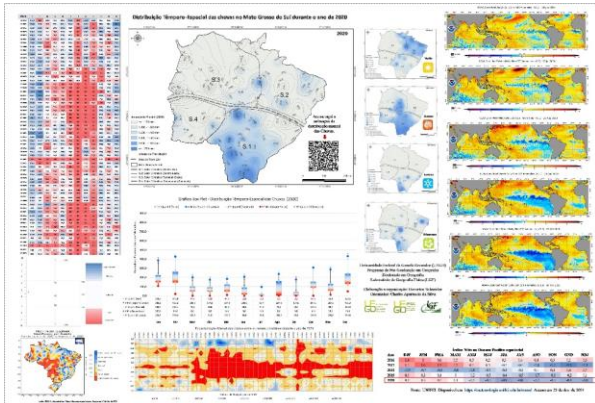


Figura 16. Espacialização geral dos dados pluviiais do ano-padrão seco de (2020). Organização: Os Autores (2025).

Impactos ambientais e socioeconômicos:

A agricultura em Mato Grosso do Sul é uma das principais atividades econômicas do estado, com destaque para a soja, milho e a pecuária. No entanto, a variabilidade da precipitação tem gerado incertezas na produtividade dessas culturas (Schneider e Silva, 2025).

O Pantanal, uma das maiores zonas úmidas do mundo, tem enfrentado períodos de seca extrema, levando à redução de sua biodiversidade e impactando a fauna e flora locais. A seca do Rio da Prata e da região da Bodoquena são exemplos emblemáticos dessa realidade. A diminuição do volume de água prejudica a reprodução de espécies aquáticas e compromete a sobrevivência de inúmeras espécies que dependem deste habitat.

Além disso, a seca contribui para a degradação do solo e a desertificação de áreas adjacentes, o que, por sua vez, afeta as comunidades que vivem da pesca e da agricultura familiar, levando ao aumento da insegurança alimentar.



Figura 17. Seca no Pantanal. Fonte: G.1 Mato Grosso do Sul (<https://g1.globo.com/ms/mato-grosso-do-sul/>). Acesso em 18 de maio de 2025.

Outro impacto significativo da variabilidade pluviométrica é o aumento das queimadas no Pantanal. Embora essas práticas sejam parte do ciclo natural do ecossistema, a intensidade e a frequência das queimadas têm aumentado, exacerbadas pela falta de chuva. O ano de 2020, por exemplo, foi marcado por incêndios devastadores que destruíram vastas áreas de vegetação e colocaram em risco a vida selvagem. Essas queimadas não apenas afetam a biodiversidade, mas também comprometem a qualidade do ar e a saúde das populações locais.

Silva, Fialho e Rocha (2022) afirmam que, na última década, foram observadas mudanças na paisagem climática do Pantanal. Longos períodos de estiagem, alternados por cheias históricas, têm alterado a percepção do ciclo das águas, com destaque para os anos de 2011, 2014 e 2018, caracterizados por cheias significativas, e para os anos de 2021, 2022 e 2023, marcados por extensos períodos de estiagem (secas severas) e pela consequente secura dos corpos hídricos. Esse cenário contribui para o Pantanal ser um dos biomas mais afetados pelos focos de incêndio nos últimos trinta e seis anos (Mapbiomas, 2020).





Figura 18. Seca no Pantanal. Fonte: G.1 Mato Grosso do Sul (<https://g1.globo.com/ms/mato-grosso-do-sul/>). Acesso em 18 de maio de 2025.

A intensificação da variabilidade pluviométrica em Mato Grosso do Sul representa um desafio multifacetado que afeta tanto o meio ambiente quanto a economia e a vida social da população. A integração de políticas públicas que visem mitigar esses impactos, através do manejo sustentável dos recursos naturais e do incentivo a práticas agrícolas resilientes, é urgente para garantir um futuro mais sustentável para o estado. A conscientização e a educação ambiental também se mostram fundamentais para engajar a sociedade na proteção do Pantanal e na adaptação às novas realidades climáticas.

Conclusões

A análise dos anos-padrão buscou demonstrar a distribuição especial das precipitações e suas variabilidades no território de Mato Grosso do Sul. O método utilizado para a identificação de anos-padrão denominado Box Plot se mostrou eficiente devido à transparência em como os dados são classificados e analisados, pois, é preciso considerar a distribuição das chuvas do decorrer do ano e em todos os setores climáticos, e não somente o total anual a que se empregam. No decorrer da série histórica, fica evidente que a dinâmica das chuvas na última década (2000) se mostrou com maiores variabilidades em relação à década de 80 e 90, pois foram apontados pelo método Box Plot, 10 (dez) anos excepcionais durante a década, sendo 1997 (chuvoso), 1998 (chuvoso), 1999 (Super Seco), 2002 (Seco), 2003 (Chuvoso), 2007 (Seco), 2009 (Chuvoso), 2017 (Chuvoso), 2019 (Seco) e 2020 (Seco). Já os anos de 2000, 2004, 2008, 2016 e 2018, foram classificados como habituais, pois antecedem ou sucedem anos excepcionais e foram classificados com frequência durante a análise da Série Histórica.

Verificou-se que as chuvas no Mato Grosso do Sul, especialmente entre os meses de janeiro e março, são influenciadas por diversos fatores climáticos e atmosféricos. Um dos principais agentes neste processo é a massa de ar equatorial continental, que desempenha um papel crucial na formação de chuvas nessa região durante o verão, sobretudo nos setores norte e Nordeste do estado. Verifica-se também que a elevação altimétrica da área (Serra da Bodoquena) contribui para a precipitação na região sudoeste do Cerrado Sul-Mato-Grossense. Para os meses de março e abril, os mapas de precipitação mostram que a transição do verão para o outono causa uma diminuição na precipitação, principalmente na região nordeste e precipitação no sudoeste do estado.

Entre maio e junho, há uma tendência de queda na precipitação na parte norte e uma maior concentração de precipitação na parte sul do estado de Mato Grosso do Sul. Essa tendência ocorre devido à precipitação frontal associada aos avanços da massa de ar polar atlântica sobre o continente nesta época do ano. A distribuição da precipitação em julho e agosto, durante o período de inverno, mostra uma redução acentuada das chuvas em todo o estado de Mato Grosso do Sul, devido à chegada da massa de ar polar, cuja característica é trazer secas para a região central do país. As maiores concentrações de precipitação neste período estão na região sul.

As precipitações ocorridas entre setembro e outubro (final do inverno e início da primavera) apresentam um aumento significativo em relação aos meses anteriores no estado. O aumento das chuvas em setembro e outubro deve-se ao enfraquecimento da massa de ar polar atlântica em razão do aumento do influxo de energia solar no hemisfério sul. Em setembro, as chuvas estão mais concentradas na região sul, enquanto em outubro, a concentração se desloca para a região sudeste do estado. Esse fenômeno ocorre devido à maior influência da massa de ar tropical atlântica, que atua principalmente no sul da região, trazendo umidade.

De novembro a dezembro, observa-se uma tendência de aumento da precipitação como resultado do aumento do calor no hemisfério sul nos meses finais do ano. A massa de ar continental equatorial ganha força e se desloca para o sul, aumentando a quantidade de precipitação na região.

No entanto, os anos-padrão demonstram anomalias na distribuição e especialização das chuvas ao longo da série histórica. Os períodos de estiagem (secas prolongadas) têm sido recorrentes. As chuvas tendem a diminuir drasticamente em

maio e só retornam com mais regularidade no final de setembro. Esses prolongamentos são observados em vários anos-padrão analisados (1999, 2002, 2008, 2017, 2019, 2020).

As anomalias pluviométricas podem durar vários meses e não se caracterizam apenas pela falta ou excesso de algum elemento meteorológico, mas também implicam mudanças em sua distribuição temporal e espacial. Os distúrbios termodinâmicos que ocorrem na atmosfera afetam os padrões climáticos de cada região e, conseqüentemente, há uma dependência direta das atividades em relação aos fenômenos meteorológicos pertencentes a várias escalas espaciais; no Mato Grosso do Sul, uma das atividades mais dependentes é a agricultura.

As interferências dos fenômenos El Niño e La Niña nas chuvas são conhecidas na maioria das regiões brasileiras. Para o estado de Mato Grosso do Sul, este estudo propõe subsidiar novas pesquisas sobre as variabilidades pluviométricas decorrentes dos modos de ação das variabilidades (ENOS).

A distribuição da precipitação anual, sazonal e mensal mostrou similaridade na redução/aumento e as possíveis influências dos fenômenos El Niño e La Niña. Em geral, os impactos dos eventos El Niño e La Niña apresentam variabilidade espacial e temporal, evidenciada quando as anomalias são contínuas e consistentes (GOIS et al., 2015). Atrelada ao ENOS, a variabilidade nos totais anuais, sazonais e mensais da precipitação deve-se ao comportamento da circulação atmosférica regional ao longo do ano, juntamente com fatores geográficos, como o relevo.

Ao finalizar as considerações, acredita-se que os resultados desta pesquisa atenderam ao proposto, proporcionando visibilidade e compreensão às excepcionalidades pluviais que, conforme apresentado, intensificaram-se ao longo das décadas. Os resultados podem contribuir para a proposição de políticas públicas que incorporem as nuances e os espectros existentes no campo das mudanças climáticas, qualificando, de certa forma, a governança climática sob vários aspectos.

Agradecimentos

O primeiro autor agradece ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da UFGD. O segundo autor ao CNPq pela concessão da bolsa produtividade em pesquisa, chamada nº09/2022.

Referências

Amador, Maisa Cofani; SILVA, Charlei Aparecido. O preenchimento de falhas de séries históricas de precipitação: O método de Schneider, H., Silva, C. A. da.

Ponderação Regional associado ao Hidro-Plu e o Hidroweb. Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros Seção Três Lagoas, v. 1, nº 31, p. 179-202, 2020.

Galvani, E.; Luchiari, A. Critérios para classificação de anos com regime pluviométrico normal, seco e úmido. In: Galvani, E.; Lima, N. G. B. Climatologia aplicada: resgate aos estudos de caso. 1. Ed. Curitiba: CRV, 2012. p. 4-29.

Golden Gate Weather Services. ENSO Years based on Oceanic Niño Index (ONI). Disponível em: <https://ggweather.com/enso/oni.htm>. Acesso em: 22 de dez. 2024.

Hidroweb. Sistema de Informações Hidrológicas. Disponível em: <http://mapas-hidro.ana.gov.br/>. Acesso em julho de 2022.

Instituto Nacional De Meteorologia - Inmet. Índice de dados. Brasília/DF, s/d. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/dadoshistoricos>. Acesso em: 03 ago. 2022.

Limberger, L. Estudos de teleconexões atmosféricas e possibilidades de avanços na climatologia geográfica: conceitos, fontes de dados e técnicas. Revista Brasileira de Climatologia, v. 19, 2016, p. 10 – 19.

Marcuzzo, F. N, Andrade, L. R. & Melo, D. C. R. Métodos de Interpolação Matemática no Mapeamento de Chuvas do Estado do Mato Grosso. Revista Brasileira de Geografia Física. Vol. 4. Ano 2011. 793-804p.

Monteiro, C.A.F. Análise Rítmica em Climatologia. Instituto de Geografia, Universidade de São Paulo. São Paulo. 1971.

Nascimento Júnior, Lindberg. Perspectivas da variabilidade climática. Geografia em Questão, v. 10 Jan/2017, p. 95-114.

Schneider, Heverton. A Geografia do Clima da Microrregião de Dourados: Regime e excepcionalidades pluviais no período de 1980 a 2012. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Geografia. Dourados/MS: UFGD, 2014.

Schneider, H. ; SILVA, C. A. . O uso do modelo box Plot na identificação de anos-padrão secos, chuvosos e habituais na Microrregião de Dourados, Mato Grosso do Sul. Revista do Departamento de Geografia, v. 1, p. 131-146, 2014.

Schneider, H. ; Silva, C. A. . Variabilidade pluvial e a definição de anos-padrão do estado de Mato Grosso do Sul, análise da série histórica de 1986 a 2020. In: XX SBGFA - Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada & IV ELAAGFA - Encontro Luso-Afro-Americano

- de Geografia Física e Ambiente, 2024, João Pessoa (PB). XX SBGFA & IV ELAAGFA. Campinas (SP): Geografia UFPB/Realize, 2024. p. 1-10.
- Schneider, H., & Aparecido da Silva, C. (2025). A variabilidade da precipitação no Mato Grosso do Sul, uma abordagem espaço-temporal e a proposição de uma síntese regional. Revista Brasileira De Climatologia, 37(21), 218–248. <https://doi.org/10.55761/abclima.v37i21.19921>
- Silvestre, Mirian. Rodrigues. Critérios estatísticos para definir anos-padrão: Uma contribuição à Climatologia Geográfica. Revista Formação, nº 20, volume 2, – p. 23-53, 2013.
- Zavattini, João Afonso. A Dinâmica Atmosférica e a Distribuição das Chuvas no Mato Grosso do Sul. São Paulo: USP/FFLCH, Tese (Doutorado), 1990.