Revista Brasileira de Climatologia
Brazilian Journal of Climatology
OPEN ACCESS
ISSN 2237-8642

A VARIABILIDADE DA PRECIPITAÇÃO NO MATO GROSSO DO SUL, UMA ABORDAGEM ESPAÇO-TEMPORAL E A PROPOSIÇÃO DE UMA SÍNTESE REGIONAL

Precipitation Variability In Mato Grosso Do Sul, a Space-Time approach and the proposal of a Regional Synthesis

Variabilidad de las Precipitaciones En Mato Grosso Do Sul, una Aproximación Espacio-Temporal Y la propuesta de una Síntesis Regional

Heverton Schneider
Universidade Federal da Grande Dourados - UFGD
hevertonschneider@hotmail.com

Charlei Aparecido da Silva
Universidade Federal da Grande Dourados - UFGD
charleisilva@ufgd.edu.br

Resumo: Este artigo apresenta uma abordagem espaço-temporal das precipitações no Estado de Mato Grosso do Sul, utilizando modelos e técnicas estatísticas para espacializar as possíveis tendências relacionadas à variabilidade das chuvas. As variações climáticas são analisadas por meio de séries históricas de variáveis meteorológicas, com foco na precipitação pluvial. O objetivo é investigar as tendências de séries pluviométricas anuais longas (com mais de 30 anos) por meio de três índices de quantificação da precipitação: o Índice de Anomalia de Chuvas (IAC) van Rooy (1965), o Teste de Pettitt (Pettitt, 1979) e o Teste de Mann-Kendall (Mann, 1945; Kendall, 1975). Os resultados permitiram uma compreensão mais clara das tendências ao subdividir o território em quatro setores climáticos: o Setor S.1 Centro-Sul mostrou uma tendência linear de aumento das chuvas em 10 postos pluviométricos, enquanto 3 apresentaram leve redução; o Setor S.2 Centro-Leste apresentou aumento em 14 postos e redução em 10; o Setor S.3 Oeste indicou diminuição em 12 postos e leve aumento em 2; e, por fim, o Setor S.4 Sudoeste revelou diminuição em 6 postos e aumento em outros 6. A análise demonstrou a complexidade da dinâmica das chuvas no estado, com cada setor apresentando uma tendência específica. O estudo ressalta a importância de aprofundar as pesquisas em climatologia regional e local para o planejamento e gestão de recursos hídricos e atividades econômicas, como a agricultura, face a um cenário de crescente variabilidade climática.

Palavras-Chave: Técnicas estatísticas; variabilidade pluvial; tendências.

Abstract: This article presents a spatiotemporal approach to precipitation in the state of Mato Grosso do Sul, using models and statistical techniques to spatialize possible trends related to rainfall variability. Climate variations are analyzed using historical series of meteorological variables, with a focus on rainfall. The objective is to investigate trends in long annual rainfall series (over 30 years) using three rainfall quantification indices: the Rainfall Anomaly Index (RAI) van Rooy (1965), the Pettitt Test (Pettitt, 1979), and the Mann-Kendall Test (Mann, 1945; Kendall, 1975). The results provided a clearer understanding of the trends by subdividing the territory into four climate sectors: Sector S.1 Center-South showed a linear trend of increased rainfall at 10 rainfall stations, while 3 showed a slight decrease; Sector S.2 Center-East showed an increase at 14 stations and a decrease at 10; Sector S.3 West showed a decrease at 12 stations and a slight increase at 2; and finally, Sector S.4 Southwest showed a decrease at 6 stations and an increase at another 6. The analysis demonstrated the complexity of rainfall dynamics in the state, with each sector showing a specific trend. The study highlights the importance of further research into regional and local climatology for the planning and management of water resources and economic activities, such as agriculture, in the face of increasing climate variability.

Keywords: Statistical techniques; rainfall variability; trends.

Resumen: Este artículo presenta un enfoque espacio-temporal de las precipitaciones en el estado de Mato Grosso do Sul, utilizando modelos y técnicas estadísticas para espacializar las posibles tendencias relacionadas con la variabilidad de las lluvias. Las variaciones climáticas se analizan mediante series históricas de variables meteorológicas, centrándose en las precipitaciones pluviales. El objetivo es investigar las tendencias de las series pluviométricas anuales largas (de más de 30 años) mediante tres índices de cuantificación de las precipitaciones: el Índice de Anomalía de Lluvias (IAC) de van Rooy (1965), la Prueba de Pettitt (Pettitt, 1979) y la Prueba de Mann-Kendall (Mann, 1945; Kendall, 1975). Los resultados permitieron comprender mejor las tendencias al subdividir el territorio en cuatro sectores climáticos: el Sector S.1 Centro-Sur mostró una tendencia lineal de aumento de las lluvias en 10 estaciones pluviométricas, mientras que 3 presentaron una ligera reducción; el Sector S.2 Centro-Este presentó un aumento en 14 estaciones y una reducción en 10; el Sector S.3 Oeste indicó una disminución en 12 estaciones y un ligero aumento en 2; y, por último, el Sector S.4 Suroeste reveló una disminución en 6 estaciones y un aumento en otras 6. El análisis demostró la complejidad de la dinámica de las lluvias en el estado, con cada sector presentando una tendencia específica. El estudio destaca la importancia de profundizar en las investigaciones sobre climatología regional y local para la planificación y gestión de los recursos hídricos y las actividades económicas, como la agricultura, ante un escenario de creciente variabilidad climática.

Palabras clave: Técnicas estadísticas; variabilidad de las precipitaciones; tendencias.

Submetido em: 22/03/2025
Aceito para publicação em: 06/09/2025
Publicado em: 08/09/2025

1. INTRODUÇÃO

A análise de séries temporais aplicada a dados climatológicos tem atraído um especial interesse nos últimos anos, sobretudo por se entender que o clima interfere diretamente nas relações sociais e econômicas. Desde o surgimento das discussões sobre "mudança climática", diversos autores caminham para a proposição de diferentes índices e metodologias para a detecção e um melhor entendimento das variações climáticas de forma que estes índices e padrões possam ser utilizados para identificar as tendências de mudanças climáticas em diferentes regiões do planeta

As mudanças climáticas têm se tornado um dos principais focos de discussão/preocupação da comunidade científica, pois indicam tendências crescentes para a frequência de ocorrência, amplitude e impacto de eventos extremos, como secas, chuvas intensas, deslizamentos, dentre outros processos ocorridos em escala global, regional e local.

A maior parte das pesquisas sobre extremos e variações climáticas têm sido realizadas em escalas globais. No Brasil, essa realidade é ainda mais acentuada, pois existem poucos estudos focados em escalas regionais ou locais, o que deixa muitos aspectos do clima pouco compreendidos. Conforme aponta Sant'anna Neto (2010), enquanto as análises em escala global fornecem uma visão superficial dos elementos e processos climáticos, os estudos em escalas regionais oferecem uma compreensão mais detalhada de como esses elementos se organizam. Nas escalas locais, essa análise pode ser feita de forma ainda mais especializada e complexa.

Em escala regional, as mudanças climáticas são detectadas por meio de análise de tendências nas séries históricas das variáveis meteorológicas, como é o caso da precipitação. Para isso, são necessários registros temporais de qualidade e a longo prazo (Souza; Azevedo, 2012).

Salviano, Groppo e Pellegrino (2016) ressaltam que as mudanças identificadas nas séries temporais de uma variável climatológica, podem estar associadas à diversos fatores, tanto de origem antrópica, por meio dos desmatamentos e do próprio processo de produção

do espaço regional ou por meio natural a partir da intensificação da atividade solar e outras anomalias climáticas provocadas pelas ações dos modos de variabilidade[1].

No Mato Grosso do Sul, a circulação da atmosfera é influenciada pelos sistemas atmosféricos de origem tropical e extratropical, devido a sua posição no subtrópico. O norte do estado é influenciado pelos sistemas que atuam na região amazônica, e o setor sul, é influenciado pela ação dos sistemas extratropicais, (Alves et al., 2009).

A figura 1 apresenta a proposta de classificação climática para o Mato Grosso do Sul, elaborada por Zavattini (2009) e permite uma melhor visualização das feições climáticas individualizadas nos climas regionais conforme sua morfologia e a pluviometria.

Para Zavattini (2009), o mosaico apresenta uma organização esquemática em dupla ordenação: no sentido oeste-leste, respeitando a altimetria e partindo das terras baixas do Pantanal, onde há uma maior participação da corrente de oeste (TC); e no sentido norte-sul, devido ao alinhamento das três principais faixas topográficas, que são subdivididas por uma faixa transicional disposta de leste a oeste.

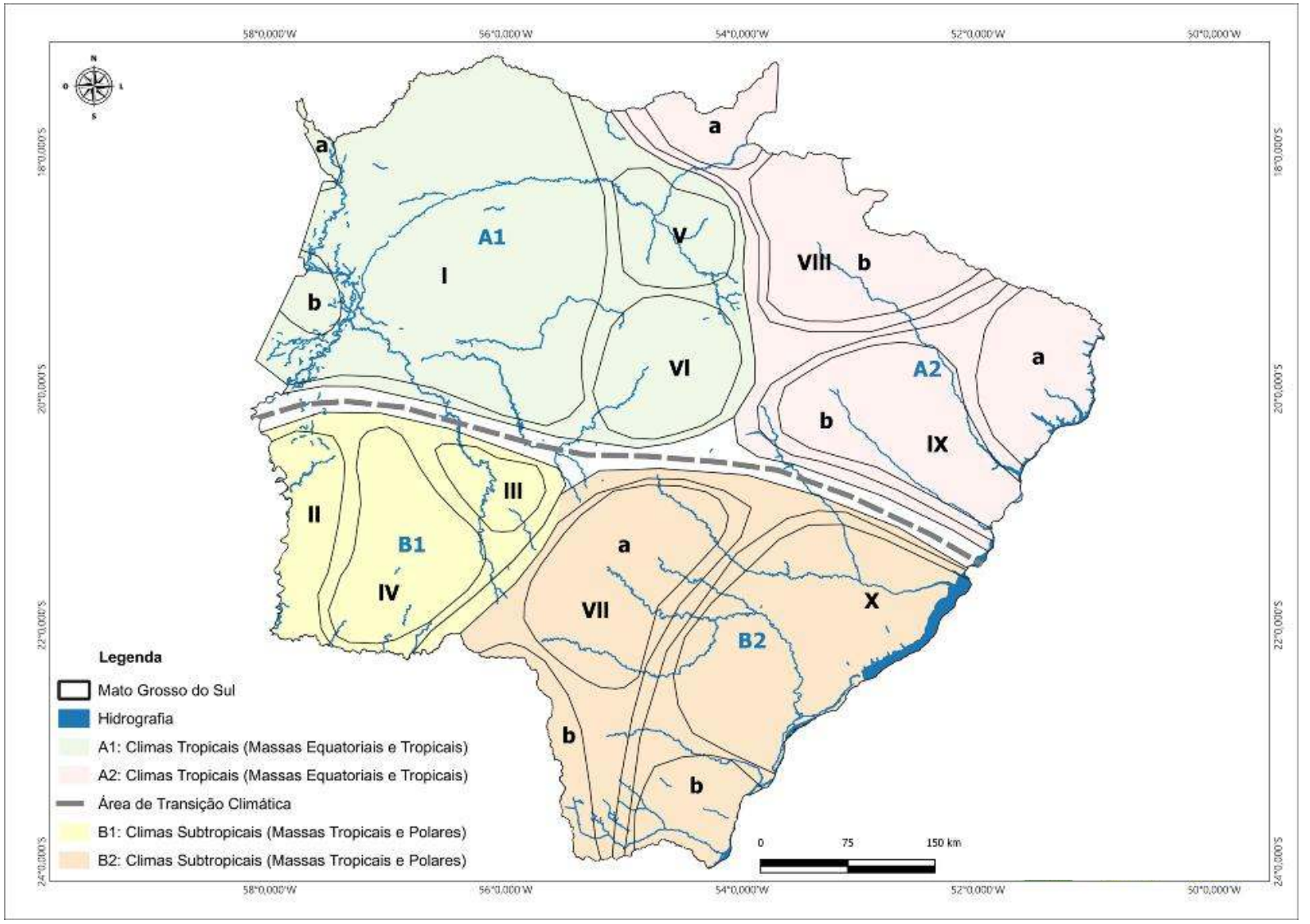
Tabela 1 - Esquematização das feições climáticas individualizadas de Mato Grosso do Sul

Unidades Morfológicas de Mato Grosso do Sul	**Média de Pluviosidade anual (mm)**
Pantanal (I e II)	1.000 a 1.1000 (I) / 1.000 a 1.100 (II)
Região de Aquidauana e Miranda (III)	1.200 a 1.300
Planalto de Bodoquena (IV)	1.200 a 1.400
Bacia Superior dos Rios Taquari e Coxim (V)	1.300 a 1.400
Planalto Divisor (VI e VII)	1.300 a 1.500 (VI) / 1.500 a 1.700 (VII)
Bordas do Planalto Central (VIII)	1.400 a 1.600
Planalto Arenito Basáltico – Alto Paraná (IX e X)	1.400 a 1.600 (IXa) / 1.200 a 1.400 (IXb) 1.300 a 1.500 (Xa) / 1.500 a 1.700 (Xb)
I – Serra do Amolar e do Urucum II- Sul do Pantanal III- Médios vales do Aquidauana e Miranda IV- Planalto de Bodoquena V- Vale do Coxim/ Alto Taquari VI- Norte	VII- Serra de Maracaju e Serra de Amambaí VIII- Serra do Caiapó e Serra de Caiapó IXa- Região de Paranaíba IXb -Vales dos Rios Verde e Sucuriú Xa- Setor Central dos vales do Ivinhema e Pardo Xb- Setor Meridional Vales do Amambaí e Iguatemi

Fonte: Zavattini (2009)

[1] As ações dos modos de variabilidade são padrões recorrentes de variação nas condições climáticas, como temperatura, precipitação e pressão atmosférica. Esses padrões podem ocorrer em diferentes escalas de tempo e espaço, desde flutuações sazonais até mudanças climáticas de longo prazo. Alguns dos modos de variabilidade mais importantes e conhecidos incluem: El Niño-Oscilação Sul (ENOS): Um dos fenômenos climáticos mais importantes do planeta, o ENOS influencia os padrões de chuva e temperatura em grande parte do globo.

Figura 1 - Classificação climática de base genética para o Estado de Mato Grosso do Sul



Fonte: Elaborada pelos autores (2025).

Zavattini (2009, p. 68) também sintetiza tais informações e descreve as seguintes conclusões em relação à distribuição das chuvas no Mato Grosso do Sul:

> a. no Pantanal brasileiro, existem duas regiões pluviométricas distintas: um norte bem regado (Cuiabá), com ritmo interanual bem marcado e tendência crescente nas chuvas, diferindo do setor centro-sul (Corumbá e Porto Murtinho), detentor de índices mais fracos e ritmo interanual pouco acentuado, apontando para uma tendência equilibrada na distribuição das chuvas.
>
> b. no Planalto Divisor, as afinidades entre os setores central e sul (Campo Grande e Ponta Porã), tanto com relação aos índices pluviométricos mais elevados quanto aos pronunciados ritmos de variação interanual de chuvas; isso possibilita englobá-los numa mesma região pluviométrica, diversa da existente ao norte, onde os índices mais modestos estão associados a um ritmo interanual mais equilibrado.
>
> c. no eixo do Alto Paraná, coexistem duas diferentes regiões pluviométricas, resultantes do contraste entre a farta e crescente pluviosidade do setor sul (Guaíra), em oposição aos índices menos expressivos registrados no norte (Três Lagoas e Paranaíba), agravados por uma sensível tendência decrescente das chuvas, o que demonstra a existência de ritmos interanuais opostos.

Dubreuil et al. (2018), subsidiados por uma atualização na análise das temperaturas e precipitações médias anuais de acordo com a classificação climática de Köppen, caracterizam o Mato Grosso do Sul com o predomínio do clima Aw (Clima de Savana), na região centro norte do estado e os climas Am (Clima Tropical Úmido) na região centro sul e Cfa (Clima Temperado) na porção do extremo sul.

Novais (2023), percorre um caminho de classificação climática e apresenta uma metodologia de mapeamento dos tipos climáticos por meio da localização dos domínios e subdomínios dentro do território brasileiro, delimitadas pelas unidades de relevo. Em escala regional demonstra a interação dos aspectos astronômicos com os sistemas atmosféricos, o que influencia a 3º, 4º e 5ª hierarquias. Ao analisar os resultados propostos pelo autor, Mato Grosso do Sul possui três domínios climáticos sendo: Tropical (Tr), Tropical Ameno (TrA) e Seminário do chaco (SAchc).

Com base nas contribuições essenciais de Zavattini (1990, 1992, 2009), Dubreuil et al. (2018) e Novais (2019, 2021, 2023) é que este artigo se justifica e chama a atenção para a importância e aprofundamento dos estudos climáticos e do entendimento da variabilidade pluvial na escala regional. Há de considerarmos as características dos fenômenos climáticos na escala regional cada vez mais importantes, assim como os fatores causais de mudanças e as implicações dessas mudanças no cenário do meio ambiente, nos recursos hidrológicos, nas atividades agrícolas, industriais e urbanas e reconhecer,

> [...] ser necessário ampliar e concatenar as pesquisas em Climatologia no Brasil, a fim de melhor conhecer as características dos componentes climáticos e da dinâmica atmosférica, tanto espacial nas escalas global, zonal, regional e local, como temporal, através dos estudos sobre a variabilidade, a periodicidade e as tendências. (ZAVATTINI, 2000 p.244).

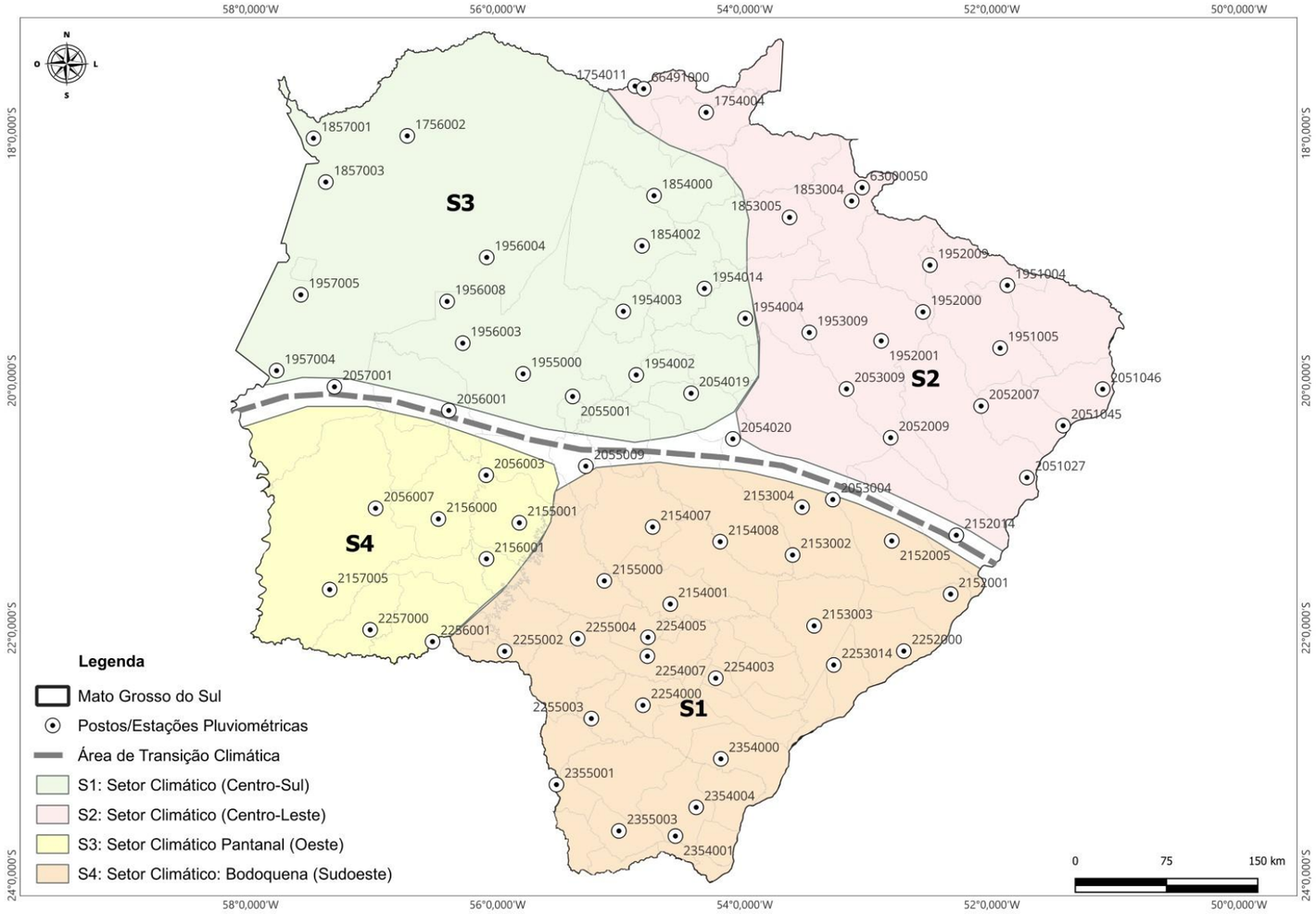
2. METODOLOGIA

Para este trabalho foram utilizados um banco de dados de precipitação, que compreende a série histórica de 1986 a 2020 aplicados a um conjunto de técnicas estatísticas paramétricas como o caso do Índice de Anomalia de Chuvas (IAC) van Rooy (1965) e não paramétricos como o Teste de Homogeneização de Dados - Teste de Pettitt (Pettitt, 1979) e o Teste Mann-Kendall (Mann, 1945; Kendall, 1975). Tais testes ajudam a determinar se a série de dados possui tendência temporal estatisticamente significativa, e se eles apresentam tendência de diminuição, tendência de aumento ou ausência de tendência ao longo do tempo.

Se observa em vários estudos o emprego de diversas metodologias para identificar tendências em séries temporais de precipitação, além de avaliar a sua significância estatística, cita-se: Mesquita et al., 2017; Nunes; Pinto; Baptista, 2018; Gerardi e Silva, 1981; Pinheiro; Graciano; Severo, 2013; Rocha et al., 2017; Salviano; Groppo; Pellegrino, 2016; Silvestre, 2016; Wanderley; Justino; Sediyama, 2016; Soares e Silva; 2017.

Para a elaboração deste artigo foram utilizados dados totais mensais de precipitação do Estado de Mato Grosso do Sul disponibilizados pela Agência Nacional de Águas (ANA) no site Hidroweb e compreende o período de janeiro de 1986 a dezembro de 2020, totalizando 35 (trinta e cinco) anos de dados pluviométricos, coletados a partir de 63 (sessenta e três) pontos de coleta entre estações meteorológicas e postos pluviométricos, conforme figura 2.

Figura 2 - Localização dos postos pluviométricos e/ou estações meteorológicas selecionados



S1: Setor Climático (Centro-Sul)	Tacuru	2355003
	Iguatemi	2354001
	Coronal Sapucaia	2355001
	Itaporã	2254005
	Glória de Dourados	2254003
	Rio Brilhante	2154001
	Bataiporã	2253014
	Anaurilândia	2252000
	Dourados	2254007
	Naviraí	2354000
	Bocajá	2255003
	Itahum	2255004
	Antônio João	2255002
	Porto Uerê	2152001
	Xavantina	2152005
	Sidrolândia	2054021
	Ribeirão Lontra	2153002
	Retiro Guarujá	2154006
	Fazenda Ponte	2154008
S2: Setor Climático (Centro-Leste)	Garcias	2052004
	Faz. Boa Esperança	2152014
	Selvíria	2051045
	Aparecida do Taboado	2051046
	Árvore Grande	1951004
	Costa Rica	1853004
	Pontal	1952001
	Alegre	2054020
	Alto Sucurui	1952000
	Inocência	1951005
	Pedro Severo	1754004
	Cachoeira Polvora	1853002
	Água Clara	2052002
	Aquaruis Barramento	1754011
	Pedro Gomes	1854001
S3: Setor Climático Pantanal (Oeste)	Jauru	1854003
	Cipolândia	2055001
	Rochedo	1954002
	Rio Negro	1954003
	Camapuã	1954004
	Forte Coimbra	1957004
	Retiro Seguro	1756002
	Rio Verde de MT	1854002
	Coxim	1854004
	São Francisco	1857003
	Fazenda Santa Helena	1857005
	Iguaçu	1955000
	Paraíso	1956001
	Foz Rio Piquiri	1956002
	Entre Rios	1956003
	Campo Alto	1956004
	Piraputanga	1957005
S4: Setor Climático: Bodoquena (Sudoeste)	Miranda	2056001
	Santa Rosa	2056007
	São Simão	2057001
	Nioaque	2155001
	Bonito	2156000
	Jardim	2156001
	Porto Murtinho	2157000
	Marabá	2157005
	Barranco Branco	2157006
	Bela Vista	2256001
	Caracol	2257000
	Amolar	1857001

Setor Climático 1 (S1): Controlado pelas massas de ar (mTa, mTc e mPa)

Setor Climático 2 (S2): Controlado pelas massas de ar (mTa e MeC)

Setor Climático 3 (S3): Controlado pelas massas de ar (mTc e mEc)

Setor Climático 4 (S4): Controlado pelas massas de ar (mPa e mTc)

Siglas:

mEc: Massa Equatorial continental

mEa: Massa Equatorial atlântica

mTc: Massa Tropical continental

mTa: Massa Tropical atlântica

mPa: Massa Polar atlântica (mPa)

Fonte: Elaborada pelos autores (2025)

A rede de estações e postos meteorológicos do estado de Mato Grosso do Sul enfrenta desafios consideráveis, que comprometem a qualidade e a confiabilidade dos dados meteorológicos disponíveis. Entre essas dificuldades, destacam-se a presença de lacunas nas séries temporais e a desigualdade na distribuição espacial dos postos, o que limita a capacidade de análise e interpretação das informações climáticas da região.

Para determinar quais postos seriam utilizados na pesquisa, foi fundamental considerar não apenas a cobertura espacial, mas também o raio de abrangência de cada estação, além de selecionar aqueles que apresentavam a menor porcentagem de falhas nos dados. Essa abordagem criteriosa é essencial para garantir que os dados obtidos sejam representativos e confiáveis. As falhas identificadas nas séries temporais foram tratadas por meio da aplicação de uma técnica específica, que visa restaurar a continuidade dos dados. Nos casos em que foram encontrados postos com dados ausentes, procedimentos de preenchimento foram realizados, utilizando informações reais de postos próximos e com dados completos. Essa metodologia já foi empregada em diversos estudos relevantes, como os de Menardi Jr (2000), Silva (2001) e Amador e Silva (2020), evidenciando sua eficácia e validade no campo da meteorologia.

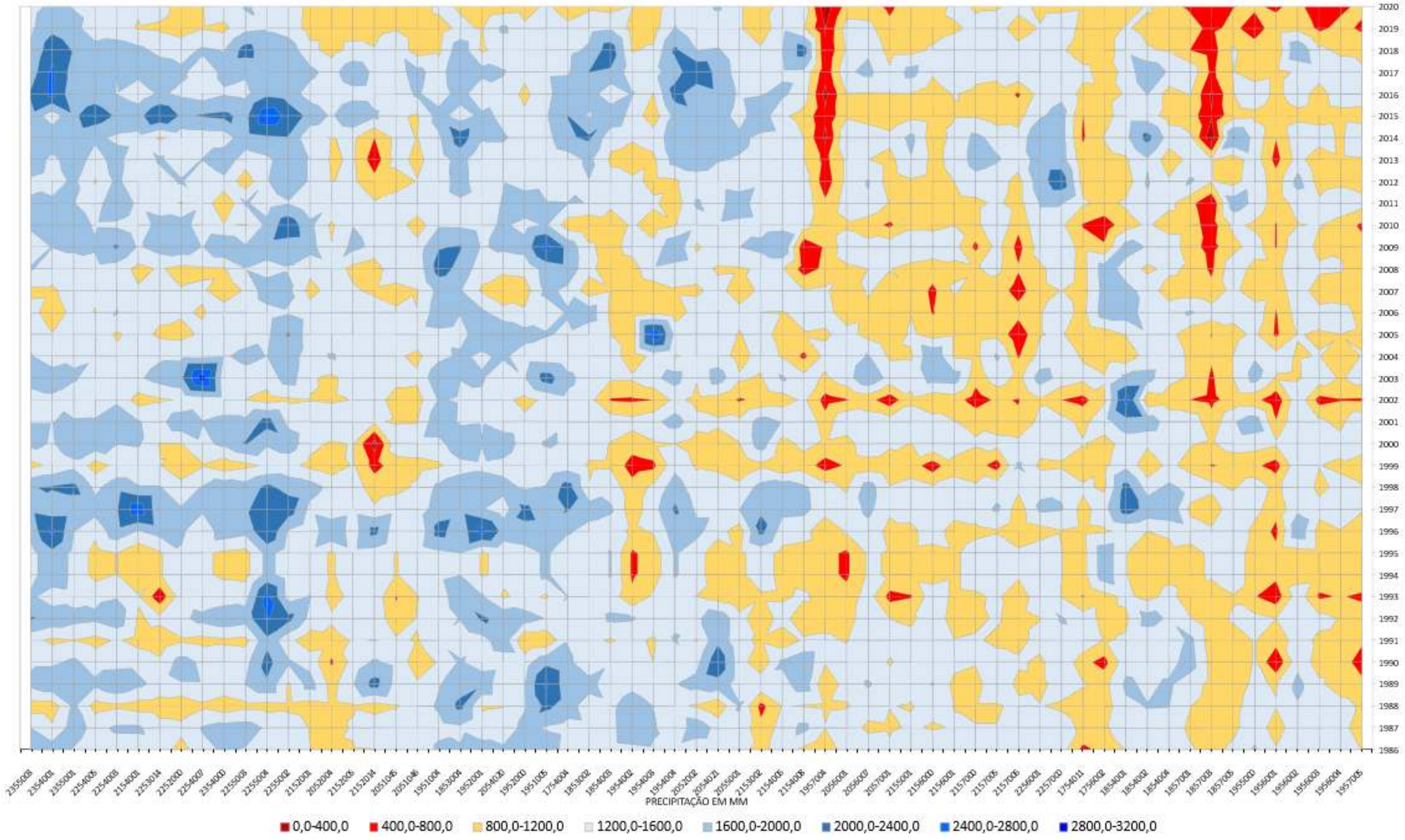
A análise dos dados meteorológicos iniciou-se com uma caracterização descritiva das séries temporais de precipitação, utilizando um gráfico de superfície para visualizar a distribuição espacial dessas chuvas ao longo do tempo (conforme ilustrado na figura 4). A escolha por esse tipo de representação gráfica visa proporcionar uma visualização tridimensional dos dados, permitindo observar como a variável da precipitação (representada pela altura da superfície) varia em função de duas outras variáveis (tempo e espaço) (representadas pelos eixos x e y). Essa representação é crucial, pois possibilita uma compreensão mais aprofundada e intuitiva das dinâmicas pluviométricas na região, contribuindo para a identificação de padrões e tendências climáticas.

Adicionalmente, os dados de precipitação são apresentados por meio de pluviogramas, que têm como principal objetivo ilustrar a variação da precipitação ao longo da série histórica, conforme demonstrado na figura 3.

Figura 3 - Espacialização dos dados pluviais por meio de Pluviograma – Série histórica (1986 a 2020)

ESTAÇÕES	CÓDIGO	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Tacuru	2355003	1743,4	1588,2	996,5	1717,7	1512,5	1319,1	2041,9	1676,3	1476,8	1447,1	1744,8	1894,4	1983,5	1064,4	1713,0	1589,4	1415,6	1761,6	1616,8	1527,7	1355,2	1102,2	1631,5	1384,5	1673,6	1645,1	1516,0	1925,0	1615,2	1890,1	2042,3	1770,4	1642,5	1524,1	1475,8
Iguatemi	2354001	1790,5	1264,4	970,5	1927,8	1519,8	1110,2	1887,2	1363,8	1624,8	1900,8	2476,7	1758,3	2034,4	1285,8	1560,1	1589,9	1529,8	1762,1	1426,9	1216,6	943,4	1123,4	1381,0	1609,4	1663,1	1692,5	1384,4	1469,8	1947,5	1331,1	2485,3	2471,8	2258,6	1898,3	1682,1
Cel. Sapucaia	2355001	1571,0	1773,2	1672,7	1927,6	1685,2	1186,1	1728,6	1445,4	1631,4	1486,2	1613,4	1781,9	2113,7	1483,7	1885,4	1660,9	1247,0	1664,5	1515,3	1211,2	1338,4	1437,1	1320,5	1683,6	1830,0	1608,0	1682,8	1858,2	1824,2	1926,4	1660,0	1794,3	1960,7	1734,0	1570,7
Itaporã	2254005	1354,0	1478,3	1028,6	1689,8	1390,7	1076,0	1673,7	1499,8	1323,4	1058,5	1290,4	1761,4	1492,0	1001,8	1879,0	1675,8	1203,8	1327,2	1569,3	1506,8	1179,3	1264,6	1471,0	1643,8	1540,0	1394,2	1157,1	1420,6	1673,7	2229,0	1801,0	1790,9	1757,4	1348,7	1441,6
Glória Ddos	2254003	1416,4	1659,7	1126,0	1957,8	1421,0	1241,1	1867,4	1569,6	1301,3	1208,8	1867,7	1955,6	1842,7	1282,8	1606,7	1979,4	1497,0	1456,9	1330,0	1127,5	1617,0	1506,2	1409,4	2048,8	1525,5	1935,2	1693,3	1766,8	1518,4	1945,7	1586,3	1602,1	1878,1	1281,9	1327,4
Rio Brilhante	2154001	1405,3	1664,2	1024,2	1691,6	1457,6	1054,7	1149,3	1234,0	1067,1	893,1	1570,3	2632,6	1625,9	1297,2	1647,9	1623,4	1013,6	1538,8	1376,2	1385,2	1332,3	1248,9	1080,5	1552,6	1345,0	1504,9	1267,5	1221,8	1473,7	1863,0	1342,4	1734,9	1702,3	1182,5	1224,9
Bataiporã	2253014	1449,5	1352,1	985,6	1469,4	1265,9	957,2	1302,5	516,7	1322,8	1145,6	1754,8	1671,5	1620,0	1207,1	1179,8	1461,1	1147,8	1754,3	1526,0	1108,5	1335,9	1391,6	1237,2	1755,5	1748,7	1366,9	1420,6	1656,2	1135,1	2382,8	1650,5	1829,8	1492,1	1137,9	1331,1
Anaurilândia	2252000	1009,7	1338,7	884,3	1575,7	1772,6	1133,5	1506,1	1413,8	1181,3	1558,4	1668,8	1626,2	1387,1	836,8	1183,6	1902,9	1226,1	1904,3	1508,3	1075,8	1246,0	1227,8	1061,9	1862,2	1812,5	1162,4	1635,1	1352,1	1343,1	1949,2	1511,8	1679,4	1436,9	1021,5	1050,6
Dourados	2254007	1497,0	1631,3	1110,7	1577,8	1514,0	1062,6	1725,3	1294,9	1366,7	1261,1	1299,0	1661,1	1623,0	1154,1	1523,3	1607,8	1338,4	2982,2	1482,6	1272,5	1164,2	1255,4	1136,2	1577,4	1322,0	1501,6	1293,4	1608,4	1366,4	2033,2	1392,2	1387,0	1659,5	1175,5	1185,4
Naviraí	2354000	1644,0	1753,9	943,6	1496,2	1430,2	1126,5	1888,5	1390,3	1222,2	1133,3	1845,6	1739,4	1888,4	942,3	1665,7	1690,6	1387,5	1287,9	1546,4	1310,3	1411,5	947,6	1152,1	1999,9	1214,6	799,3	1502,4	1845,0	1387,4	2089,3	1557,9	1687,7	1585,0	1095,7	1431,4
Bocajá	2255003	1570,0	1796,5	1086,6	1604,9	1461,7	1077,9	1777,4	1446,4	1739,3	1063,6	1718,1	1926,5	1764,1	1085,8	2028,3	1685,3	1187,1	1428,4	1714,3	1395,4	1225,6	1249,3	1584,2	1639,3	1171,0	1628,6	938,5	1404,2	1834,7	1875,6	1497,4	1649,3	2176,2	1481,1	1628,5
Itahum	2255004	1293,4	1532,2	1048,4	1945,0	2134,5	1898,9	2432,3	2530,3	2885,2	1723,5	2395,9	2261,5	2089,9	1254,9	1643,7	2160,8	1057,2	1351,7	1589,2	1510,0	1445,6	1847,9	1414,0	1869,2	1684,7	1440,3	1579,0	1517,3	1930,0	2725,4	1890,6	1697,7	1731,1	1558,1	1508,6
Antônio João	2255002	1541,4	1444,2	1092,0	1150,7	1648,9	1303,3	2126,0	1416,0	1518,6	1390,3	1554,0	2226,4	1862,3	1307,1	1841,4	1474,5	1134,7	1804,5	1812,6	2034,9	1556,2	1683,2	1564,5	1789,5	2280,1	1572,0	1794,8	1806,3	1971,1	2257,0	1789,3	1868,8	1839,9	1415,7	1432,0
Porto Uerê	2152001	1205,1	1177,5	1008,9	1772,4	1453,5	923,4	1487,6	1614,7	1209,6	1460,1	1299,8	1476,3	1779,5	1085,2	1317,6	1341,7	1182,6	1254,4	1378,7	1345,5	1391,0	1067,3	1300,0	1763,7	1702,8	1275,9	1570,0	1567,3	1255,2	1885,0	1426,3	1714,1	1303,3	1063,7	1082,1
Garcias	2052004	1152,2	1031,2	1100,5	1042,0	741,6	1023,3	1266,9	1040,8	867,5	1142,6	1978,4	1266,4	1488,4	940,9	1139,4	1600,2	1119,1	1093,0	1642,2	1224,8	1289,3	1337,5	1453,6	1217,6	1126,0	1519,9	1188,1	1157,1	1185,0	1537,1	1231,0	1426,1	1063,8	1070,1	939,5
Xavantina	2152005	1173,3	1238,4	1158,6	1568,6	1350,4	1227,6	1553,7	1312,6	1173,5	1463,0	1385,5	1439,6	1365,4	1232,5	1222,5	1312,7	1211,1	1426,8	1405,4	1342,0	1458,0	1263,3	1071,2	1710,6	1589,8	1339,9	1257,4	1237,3	1264,3	1973,9	1426,3	1901,7	1295,3	1062,9	789,5
Faz. Boa Esperança	2152014	1189,4	1448,8	1030,4	2164,2	1651,2	1182,8	1524,5	1468,2	1617,9	1428,1	2132,2	1245,9	1024,2	647,6	228,4	1230,7	1412,5	1599,0	1545,5	1255,3	1431,8	1112,5	913,8	1512,7	1443,9	1233,0	924,5	553,9	796,1	1666,1	1410,3	1498,8	1222,1	1070,1	845,1
Selvíria	2051045	1496,8	1348,7	1165,2	1470,1	1493,0	1260,0	864,7	769,9	943,7	1179,7	1306,4	1460,2	1058,2	991,9	1455,5	1165,0	1008,0	1333,5	1267,9	1250,2	1282,2	975,2	1592,8	1546,7	1440,1	1376,7	1015,6	1334,2	1286,3	1254,2	1359,6	1470,2	1504,2	1163,9	1150,4
Aparecida do Taboado	2051046	1237,4	1246,7	1363,0	1254,1	936,6	1168,3	1230,4	1185,1	806,0	1367,4	1229,3	1393,6	1270,9	1052,3	1433,8	1179,1	1027,7	1278,1	1098,5	1437,0	1206,5	1174,9	1341,8	1393,0	946,6	1514,6	1214,3	1103,8	1188,8	1151,2	1653,7	1729,2	985,8	961,5	983,3
Árvore Grande	1951004	1697,8	1450,1	1665,0	1562,7	1233,3	1554,6	1301,8	1354,5	1309,6	1515,0	2168,5	1775,6	1701,9	1137,3	1448,7	1955,1	1622,5	1900,7	1484,7	1497,7	1863,1	1704,5	2176,6	1970,1	1549,7	1383,5	1356,0	1404,3	1528,7	1774,9	1337,2	1380,5	1118,1	1029,6	1301,6
Costa Rica	1853004	1631,0	1522,2	2102,5	1826,6	1657,7	1301,2	1620,0	1893,3	1450,1	1591,2	1701,1	1853,5	1800,3	1457,0	1930,8	1525,9	1546,2	1606,3	1666,9	1453,0	1616,7	1620,3	1877,4	2029,8	1536,5	1527,4	1805,2	1755,1	2227,5	1377,4	1811,2	2003,9	1871,7	1296,0	1148,8
Pontal	1952001	1874,0	1229,0	1187,7	1970,8	1314,3	1433,4	2050,8	1635,4	2297,4	1163,0	2535,1	1627,8	1778,6	1526,7	1604,5	1572,0	1537,5	1639,3	1526,9	1839,1	1688,8	1135,7	1364,7	1563,3	1443,4	1395,7	1255,5	1281,4	1637,7	1702,0	1192,1	1749,9	1132,1	1161,6	872,3
Alegre	2054020	1681,8	1262,3	1195,5	1198,9	1389,3	1833,7	1904,5	1142,9	1332,5	1285,4	1855,0	1383,7	1730,8	1458,9	1863,2	1348,8	1307,8	1250,3	1669,0	1973,1	1353,0	852,4	1296,0	1676,6	1663,5	1626,2	1579,7	1450,4	1634,7	1512,3	1422,8	1635,9	1325,8	1683,3	966,1
Alto Sucurui	1952000	1751,7	1757,3	1545,3	1591,8	1404,5	813,4	1771,7	1306,7	1586,4	1397,6	1926,1	2086,1	1544,1	1191,5	1392,4	1293,8	1087,4	1571,8	1398,3	1742,4	1259,0	998,3	1318,1	1749,2	1459,6	1885,5	1364,1	1273,9	1479,1	1265,2	1106,1	1298,3	1288,5	1277,8	1020,6
Inocência	1951005	1919,1	1548,6	2111,6	2463,3	1909,3	829,8	1579,1	1142,5	1527,4	1676,0	1911,2	1780,6	1628,1	1289,4	1645,2	1337,9	1269,0	2190,6	1355,4	1629,4	1387,9	1696,4	1742,6	2526,6	1629,7	1613,7	1445,0	1256,2	1435,7	1555,9	1465,3	1519,7	1331,5	1411,5	1279,9
Pedro Severo	1754004	1372,3	1451,9	1791,3	1715,6	1709,4	1565,6	1473,0	1604,8	1590,3	1225,0	1656,8	2021,7	2183,7	1404,0	1559,0	1553,5	1469,2	1721,8	1299,2	1537,2	1628,9	1504,2	1858,2	1882,9	975,5	1606,5	1378,6	1382,6	1951,9	2005,9	1905,5	1536,5	1497,1	1327,5	933,9
Cachoeira Polvora	1853002	1340,2	1495,4	1353,7	1785,4	1256,7	1279,5	1359,3	1381,9	1306,4	1264,4	1432,7	1805,2	1219,8	1144,1	1369,2	1566,1	1323,5	1392,7	1224,5	1305,5	1831,8	965,0	1324,7	1269,3	836,7	1598,0	1588,1	1688,5	2061,5	1528,8	1816,1	2003,8	1655,9	1483,0	1117,0
Jauru	1854003	1450,8	1468,2	1489,8	1246,0	1525,1	1153,0	1661,3	1424,5	1483,0	1620,0	1354,6	1661,9	1434,4	1151,3	1181,3	1423,1	762,1	1255,2	1471,9	1194,7	1111,8	1166,1	901,7	1027,9	971,0	1284,9	1318,1	1132,4	1323,0	1910,9	1296,7	1943,9	2235,2	1554,5	1048,0
Rochedo	1954002	1491,1	1925,5	1845,8	1466,6	1308,8	1309,4	1634,4	868,3	1213,6	740,3	1118,5	946,7	955,1	593,5	1000,5	1326,8	734,6	1256,0	913,5	931,3	928,0	791,6	986,9	1366,0	1244,8	1449,2	1324,3	862,9	1273,9	1438,0	1620,4	1348,7	1175,3	1057,0	1210,0
Rio Negro	1954003	1546,6	1654,9	1588,5	1265,1	1198,3	1140,5	1410,4	1265,7	1420,6	968,6	1231,8	1447,7	1286,5	694,2	1147,8	1488,7	792,6	1515,6	1335,9	2739,5	1078,9	917,8	1553,1	1314,6	1003,9	1269,6	1078,4	1108,4	1391,4	966,4	1179,9	1459,9	1250,8	1022,2	978,3
Camapuã	1954004	1456,6	1228,4	1263,5	1581,6	1194,2	1630,2	1532,4	1240,6	1269,7	1632,9	1827,1	2063,9	1811,0	1471,0	1192,8	1773,7	1306,4	1758,5	1175,0	1485,3	939,6	1149,4	1447,3	1943,9	1162,9	978,4	1116,0	1760,4	1811,8	1719,0	2172,8	1804,1	2075,6	1618,1	1471,8
Água Clara	2052002	1269,5	1884,4	1149,0	1726,7	1467,2	1157,1	1500,4	1191,7	1532,6	1406,7	1710,4	1525,3	1356,5	1143,4	1024,5	1325,9	1072,3	1233,5	1256,0	1498,3	1399,7	1121,0	1370,4	1130,6	1482,3	1636,0	1442,5	1782,9	1863,0	1868,7	1697,8	2348,2	1593,9	1278,0	1353,5
Sidrolândia	2054021	1282,6	1443,7	880,7	1859,6	2317,5	1904,9	1895,0	995,1	1470,6	881,1	1374,4	1526,2	1529,3	1049,8	1081,4	1244,8	1026,1	1809,5	1376,7	1392,0	1188,8	1346,8	1143,1	1439,8	1534,1	1425,4	1416,8	1620,5	1718,5	1758,4	1902,5	1857,4	1630,4	1289,6	1669,1
Cipolândia	2055001	1305,7	1496,9	1634,1	1368,2	1383,9	1292,5	1347,9	843,1	1095,4	1120,7	973,5	1595,9	1306,6	868,4	1190,8	1287,2	744,6	1247,5	1063,6	1166,4	1337,9	950,8	1161,3	1595,6	1451,5	1912,9	1301,8	1575,1	1671,9	1464,3	1535,4	1420,2	1379,3	1239,5	1230,5
Ribeirão Lontra	2153002	1068,5	899,8	663,2	1480,9	871,3	1133,4	914,0	1150,5	1022,3	1371,1	2122,1	1945,2	1730,9	1108,0	1814,3	1775,2	903,5	1158,1	1324,9	1413,5	1196,5	1285,9	1239,4	1721,1	1416,6	1201,0	1470,7	1499,0	1524,9	1831,8	1573,7	1435,1	1274,0	894,7	1014,7
Retiro Guarujá	2154006	1390,9	1367,0	1210,5	1455,8	1663,7	904,2	1380,8	1133,4	1232,0	1088,0	1406,0	1717,5	1846,1	822,9	1017,4	1575,0	982,8	1653,2	1163,7	998,0	1185,5	1413,2	1223,9	1979,7	1460,2	1445,9	1495,7	1351,6	1490,3	1259,4	1674,9	1535,5	1582,8	1517,2	1319,1
Fazenda Ponte	2154008	1112,5	1713,7	1175,7	1813,2	1903,7	1258,9	838,0	1271,1	922,7	1020,0	1372,2	1689,6	1668,2	997,0	1311,6	1585,6	1269,4	1341,0	695,8	1181,8	1268,6	1206,7	610,8	483,3	1303,6	1438,4	1388,9	1209,5	1192,5	1066,0	1385,2	1519,9	2199,8	1221,3	1427,7
Forte Coimbra	1957004	835,1	1212,7	1127,0	863,9	1230,8	1293,5	1014,1	1013,8	629,8	919,4	802,9	1413,7	1333,5	611,4	1120,1	942,8	638,3	1146,5	1313,6	1144,1	1336,9	1265,5	885,4	836,9	948,3	862,9	549,8	664,1	303,0	454,3	300,0	522,2	423,3	379,9	137,8
Miranda	2056001	1456,5	1463,7	1153,8	1398,2	1378,0	1163,9	956,4	937,3	1357,4	728,1	1253,2	1351,0	1141,0	839,2	946,2	1593,4	771,1	1432,4	1327,4	1340,9	973,4	931,2	1113,9	1467,6	1129,8	1388,5	1287,2	1278,3	1540,8	1134,6	1185,5	1529,1	1244,0	1360,2	973,6
Santa Rosa	2056007	1541,7	1081,3	1431,8	1640,6	1407,8	1605,0	1539,0	1392,1	1435,4	1250,2	1455,8	1701,7	1801,8	955,9	1598,3	1434,7	921,5	1959,0	1637,7	1058,0	1094,3	1244,2	1200,2	1353,3	956,1	1556,0	1627,0	1203,9	1500,2	998,0	1158,9	1703,2	1532,9	1322,5	974,4
São Simão	2057001	1288,5	1135,3	1209,1	1375,0	1164,1	1307,9	1193,8	658,4	1033,3	1168,0	1074,2	1268,6	1223,3	882,6	1297,6	1387,9	547,9	1445,1	1129,2	864,1	957,5	1025,6	1212,5	1441,0	719,8	1166,4	976,5	1039,8	1342,0	865,7	1182,3	1251,5	1066,2	913,0	700,2
Nioaque	2155001	1573,0	1247,9	1180,2	1266,5	1349,8	1312,7	1127,4	765,0	1003,6	1069,2	1057,6	1429,4	1346,2	982,7	1185,8	1411,6	1117,9	1310,6	1158,0	1258,7	1183,7	1180,0	1072,1	1505,3	1105,1	1204,0	1143,5	1577,8	1697,8	1087,8	1182,9	1754,1	1053,5	920,7	1070,8
Bonito	2156000	1538,5	1157,9	1319,3	1619,1	1205,4	1371,7	1393,6	1454,8	1444,5	1002,2	1489,4	1250,0	1237,6	581,3	1540,6	1340,9	912,8	1758,0	1952,4	1015,1	770,3	687,1	1019,4	1411,1	1108,0	1142,8	1033,3	1080,0	961,4	1015,1	955,3	1261,6	1261,3	973,1	860,9
Jardim	2156001	1501,5	1222,7	1192,7	1085,7	1325,4	1205,3	1070,0	1108,0	1208,0	1121,0	923,9	1454,7	1304,5	1089,1	1342,4	1208,9	976,8	1812,6	1147,2	1148,7	953,6	1249,1	1106,5	1341,0	1195,4	1075,3	1198,5	1317,4	1310,8	1157,1	1217,7	1598,2	1494,9	1102,4	1352,0
Porto Murtinho	2157000	1519,8	1213,8	1143,9	993,3	1235,8	1227,5	1145,3	1128,5	1238,0	1388,7	1082,5	1415,3	1244,2	990,3	1233,4	1121,3	589,0	941,3	1091,7	1031,3	795,3	1012,9	1166,8	700,6	1068,2	1103,7	1446,9	1774,4	1701,9	1150,1	1097,1	1334,6	1398,8	1329,1	1136,8
Marabá	2157005	1519,8	1213,8	1143,9	1601,6	1289,2	1150,9	1231,5	1270,2	1507,3	1412,9	1162,7	1657,9	1447,7	598,0	1315,3	1022,1	867,6	1411,5	1658,2	1101,6	1010,0	995,4	1296,3	1324,8	1570,3	1259,5	1358,2	1641,6	1438,0	996,9	1057,7	1289,7	1528,0	1434,1	1145,7
Barranco Branco	2157006	1520,6	1387,1	1329,5	1057,1	1271,2	1054,2	1041,0	895,6	1317,7	1277,8	899,0	965,0	1279,5	1638,1	1294,2	883,8	767,3	1070,5	749,8	482,7	956,1	624,0	830,1	654,1	894,4	1050,4	1064,5	1372,5	1317,8	1054,5	731,3	1523,7	1394,3	899,1	1375,4
Bela Vista	2256001	1321,3	1270,2	1211,0	1104,5	1101,9	1360,9	1177,6	1501,8	1446,2	1412,4	1041,2	1667,0	1507,3	1108,2	1389,4	1302,3	1151,7	1782,3	1321,4	1182,3	1178,8	1083,0	1112,0	1382,2	1519,1	1615,9	1849,9	1772,6	2002,5	1537,5	1364,4	1461,3	1589,2	1235,4	1059,2
Caracol	2257000	1372,1	1341,7	1150,7	1358,5	1523,0	1488,3	1633,1	1180,4	1351,7	1208,4	1173,2	1624,5	1541,8	1143,4	1417,1	1340,5	794,2	1464,0	1371,5	1243,7	1369,8	1204,9	1438,1	1425,9	1270,8	1615,1	2248,9	1779,4	1746,2	1761,5	1490,5	1400,6	1264,3	1514,9	1069,0
Aquaruis Barramento	1754011	688,2	1122,8	1025,6	1232,1	915,7	1502,7	1415,1	763,8	1064,5	1049,2	1092,7	1025,7	1287,7	850,8	1225,8	1091,6	663,3	1289,6	1161,9	854,3	1082,2	1040,4	1057,7	1068,5	762,6	1251,4	1041,5	935,7	749,1	789,3	1056,6	1335,8	933,3	1044,2	1138,9
Retiro Seguro	1756002	935,0	1124,1	987,8	1060,0	643,6	1168,1	1061,6	1035,5	831,5	1856,6	1137,9	1461,5	1119,7	1108,6	1028,2	1454,5	1130,0	1229,1	1034,8	977,8	1818,1	1749,2	1797,8	859,4	556,0	1113,6	910,8	1049,3	1217,7	1037,8	1079,9	987,4	901,3	948,8	832,1
Pedro Gomes	1854001	1215,9	1484,5	1521,7	1672,4	1461,4	1252,9	1102,4	1293,6	1084,0	1213,3	1280,0	2201,9	2163,5	1486,5	1357,6	1867,2	2504,7	1703,3	943,1	1212,6	1800,5	1700,3	1433,5	1762,2	1020,8	1250,7	976,5	1134,0	1502,9	1415,5	1220,9	1316,5	1491,2	1237,6	977,1
Rio Verde de MT	1854002	1314,6	1506,7	1611,1	1522,4	1433,5	1326,7	1759,5	1064,4	1302,2	960,2	1200,4	1869,3	1411,0	920,0	1265,0	1843,6	895,7	1732,0	1359,3	1543,4	1413,8	1480,7	1103,3	1572,6	1256,4	1539,7	1635,3	1559,0	2140,2	1404,9	1613,6	1940,4	1225,6	1091,0	1237,5
Coxim	1854004	1227,4	1445,8	1604,9	1653,0	1445,1	1273,0	1542,0	1315,7	1300,2	1115,6	1245,2	1953,9	1685,5	1298,7	1248,5	1412,6	986,9	1305,5	1382,2	1345,2	1470,7	933,0	1307,8	1494,4	987,3	1303,9	1241,9	962,1	1420,9	1025,1	1016,0	1544,1	1159,9	1105,0	874,0
Amolar	1857001	1248,7	1101,1	1213,5	1393,5	1775,8	1700,7	1219,8	993,2	1179,9	1036,4	1422,8	1085,3	1466,0	1047,3	1227,2	1464,9	791,8	1153,8	1136,9	913,8	1645,8	984,5	1106,8	922,2	984,0	911,9	1667,7	1304,5	1248,5	1000,0	1218,3	1485,8	795,6	909,8	750,3
São Francisco	1857003	1037,3	918,0	1025,7	1068,5	1043,4	948,2	925,4	897,7	1030,4	1279,7	1275,6	897,6	1314,4	768,2	1148,2	932,0	693,0	740,2	836,5	788,9	1397,8	910,1	720,0	673,3	593,7	446,1	1212,2	1207,3	114,0	415,7	330,6	695,8	594,1	718,6	519,9
Fazenda Santa Helena	1857005	1295,2	1091,0	1083,3	1037,2	996,6	988,8	1261,0	1147,2	1238,2	1594,2	1544,0	1505,4	1137,8	872,6	1421,6	1557,9	946,2	1194,7	1200,6	1066,8	1325,1	1331,6	1496,8	1039,4	1291,2	1823,4	1045,0	986,0	2035,0	1055,8	1184,6	1206,3	1249,6	887,0	789,2
Iguaçu	1955000	1645,0	1463,9	1366,6	1263,6	1219,3	1219,9	1308,4	820,6	1267,2	874,9	1061,2	1338,8	1437,7	876,6	1358,1	1850,9	907,5	1757,4	1555,8	1271,1	1517,5	871,7	1022,9	1414,8	1112,3	1497,5	1461,5	1399,0	1471,9	1101,7	1449,2	999,7	983,1	611,1	859,1
Paraíso	1956001	1225,5	992,9	1221,1	1158,8	422,0	959,1	1199,5	560,1	826,8	893,1	704,2	900,7	1075,1	617,2	1249,6	817,0	511,3	1165,2	1340,1	720,3	772,0	941,7	1041,8	765,8	770,6	950,5	977,0	658,2	807,6	933,7	1098,9	1099,0	901,8	1004,2	719,2
Foz Rio Piquiri	1956002	1309,5	1477,3	1555,6	1724,5	1475,9	1366,0	1311,6	1426,8	1109,4	1016,1	1897,1	1514,9	1518,6	1501,6	1368,6	1568,2	1480,9	1145,0	1165,8	1214,6	1363,0	1451,6	1609,2	1559,0	1182,3	1365,1	1740,4	1353,2	1473,7	1088,2	1394,7	1239,5	1942,9	1105,1	965,1
Entre Rios	1956003	1442,3	1306,8	1247,2	1273,5	1006,4	1114,3	1308,1	730,9	1081,6	1065,5	1036,0	1327,8	1092,8	1208,4	1247,5	1269,3	645,4	1428,0	1214,3	1165,1	1317,4	969,3	1277,0	1050,9	1216,7	1273,6	1012,0	865,1	1436,9	1003,7	1031,3	1373,0	1265,5	712,8	432,3
Campo Alto	1956004	1404,8	1318,2	1352,3	980,2	1019,5	1098,0	1175,3	829,3	1151,1	1095,2	1185,0	1352,

Figura 4 - Espacialização dos dados pluviais por meio do gráfico de superfície – Série histórica (1986 a 2020)



Fonte: Elaborada pelos autores (2025).

Em relação a aplicação dos testes estatísticos, eles foram analisados e tiveram suas respectivas aplicações de acordo com uma breve descrição metodológica que caracteriza de cada um deles, a saber:

1. Técnica do Índice de Anomalia de Chuvas (IAC):

O Índice de Anomalias de Chuva (IAC), introduzido por Rooy em 1965, é uma ferramenta quantitativa que desempenha um papel crucial na classificação das anomalias de precipitação, tanto positivas quanto negativas. Essa metodologia permite identificar e caracterizar as variações nas chuvas em um dado período, considerando a magnitude das anomalias em relação à média histórica. A técnica é fundamentada na aplicação de coeficientes que estabelecem uma margem de referência, possibilitando uma avaliação mais precisa das flutuações climáticas.

Para uma análise abrangente da distribuição das precipitações pluviais ao longo dos anos, utiliza-se o IAC como base para a classificação de períodos secos e úmidos em uma série histórica extensa. Este processo envolve não apenas a identificação de anos com anomalias significativas, mas também uma investigação aprofundada do grau de severidade dessas anomalias. Por meio dessa abordagem, torna-se possível avaliar a frequência com que ocorrem anos extremos, sejam eles caracterizados por secas prolongadas ou por excessos pluviométricos.

Para analisar a distribuição das precipitações pluviais ao logo dos anos (série histórica), foi realizado a classificação dos períodos secos e úmidos usando o Índice de Anomalia de Chuva (IAC), com a análise do grau de severidade e da frequência dos anos secos e chuvosos. Utiliza-se os valores de precipitação normalizados com base em uma série histórica da estação de uma determinada região. o IAC é expresso considerando anomalias positiva (eq. 1) e anomalias negativas (eq. 2).

$$IAC = 3 \times \left[\frac{(N - \overline{N}}{(\overline{M} - \overline{N})} \right], \text{para anomalias positivas.}$$

$$IAC = -3 \times \left[\frac{(N - \overline{N}}{(\overline{X} - \overline{N})} \right], \text{para anomalias negativas.}$$

Em que: P= precipitação (mm) atual do período analisado; $\bar{X}$= precipitação (mm) média da série histórica (mm); $\bar{M}$= média das dez maiores precipitações da série temporal; $\bar{N}$ = a média das dez menores precipitações da série temporal.

A partir dos valores obtidos, o regime de chuvas poderá ser classificado conforme o IAC de acordo com a tabela 01, onde os valores positivos indicam períodos: chuvoso, muito chuvoso e extremamente chuvoso e valores negativos: seco, muito seco e extremamente seco.

Tabela 2 - Classificação dos períodos secos e chuvosos baseado no IAC

Valores do IAC	Classes de Intensidade
IAC > 4	Extremamente Chuvoso
4 > IAC > 2	Muito Chuvoso
2> IAC > 0	Chuvoso
0	Habitual
0 > IAC > -2	Seco
-2 > IAC > -4	Muito Seco
IAC < -4	Extremamente Seco

Fonte: Adaptado de Santos et al. (2017)

2. Técnica de Pettitt (TP):

O teste de Pettit é um teste não paramétrico que se baseia numa versão do teste de Mann-Witney, teste U, para estimar o ponto de quebra de uma sequência de variáveis (Pettitt, 1979).

Uma sequência de variáveis aleatórias X1, X2, ..., XT, terá um ponto de quebra em τ se Xt (t =1,...., τ) tiver uma função normal de distribuição F1(x) e Xt (t = τ+1,...., T) tiver uma função normal de distribuição F2(x), de modo que F1(x) ≠ F2(x).

Essa estatística é calculada contando-se o número de vezes que um membro da primeira amostra é maior que a segunda, para isso utiliza-se a função sgn(x), sendo esta igual a 1se x>0, 0 se x=0 e –1 se x < 0.

Assim é possível verificar se duas amostras fazem parte de uma mesma população. A estatística é feita por meio da contagem do número de vezes que a primeira amostra é maior que a segunda. Esta estatística localiza o ponto onde houve uma mudança brusca na média de uma série temporal.

A lógica do teste é a mesma do teste t: calcula-se uma certa estatística de teste e obtém-se o p-valor a partir da distribuição amostral dessa estatística sob H0. A diferença é que ao invés de construir essa estatística com dados originais, eles são previamente convertidos em postos (ordenações). A vantagem é que, com isso, as suposições de normalidade e homogeneidade das variâncias não são necessárias, permitindo mais generalidade aos resultados.

3. Técnica de Mann-Kendall (TMK)

O TMK é um teste não-paramétrico (Mann, 1945; Kendall, 1975), sugerido pela Organização Meteorológica Mundial (OMM) para avaliação da tendência em séries temporais de dados ambientais. Para este estudo, foram feitas avaliações anuais e mensais das séries temporais. As hipóteses adotadas para o Teste Mann-Kendall são: H0 (hipótese nula): Não há tendência presente nos dados e HA (hipótese alternativa): Uma tendência está presente nos dados que pode ser de aumento ou de diminuição.

Se o valor p do teste for inferior a algum nível de significância (as escolhas comuns são 0,10, 0,05 e 0,01), então há evidência estatisticamente significativa para se rejeitar a hipótese nula H0 e aceitar que há tendência de diminuição ou aumento conforme o resultado da estatística S: e o valor de S é positivo há uma tendência de aumento e se S é negativo há uma tendência de diminuição. A equação é dada por:

$$S = \sum_{i=2}^{n} \sum_{j=1}^{i=1} sinal\ (x_j - x_i)$$

Em que: S é o resultado da soma das contagens de (xj-xi); xj é o primeiro valor após xi, n é o número de dados da série temporal. Para cada par de dados são atribuídos os seguintes valores:

$$sinal = \begin{cases} +1 & se\ (x_j - x_i) > 0 \\ 0 & se\ (x_j - x_i) = 0 \\ -1 & se\ (x_j - x_i) < 0 \end{cases}$$

A distribuição de probabilidade da estatística S tende à normalidade quando há grandes amostras de observações (n), com média zero e variância dada por:

$$VAR(S) = \frac{1}{18}\left[n(n-1)(2n+5) - \sum_{p=1}^{q} t_p (t_p - 1)(2t_p + 5) \right]$$

Em que: tp é o número de dados com valores iguais em certo grupo; q é o número de grupos contendo valores iguais na série de dados em um grupo p. A estatística do teste de Mann-Kendall é baseada no valor da variável ZMK, calculado conforme a equação 4:

$$Z_{MK} = \begin{cases} \frac{S-1}{\sqrt{Var(S)}}, & se\ S > 0 \\ 0, & se\ S = 0 \\ \frac{S+1}{\sqrt{Var(S)}}, & se\ S < 0 \end{cases}$$

Kendall's: Este é o nome de um coeficiente de correlação, mais especificamente, o coeficiente de correlação de Kendall. Ele mede a força e a direção da associação entre duas variáveis, mas é especialmente útil quando os dados não seguem uma distribuição normal ou quando há presença de outliers.

S: Representa a estatística de teste do coeficiente de correlação de Kendall. É um valor calculado a partir dos dados e utilizado para determinar se a correlação entre as variáveis é estatisticamente significativa.

Var(S): Significa "variância de S". A variância é uma medida de dispersão, ou seja, indica o quanto os valores de S se afastam da média. No contexto de testes de hipóteses, a variância de S é utilizada para calcular o erro padrão e construir o intervalo de confiança.

p-value (T): O p-valor é a probabilidade de obtermos um valor de S tão extremo ou mais extremo do que o observado, assumindo que a hipótese nula é verdadeira. Em outras palavras, o p-valor mede a evidência contra a hipótese nula. O "T" entre parênteses pode se referir ao tipo de teste estatístico utilizado (por exemplo, teste t), mas sem mais informações

é difícil precisar.

alpha: O valor de alfa representa o nível de significância do teste. É a probabilidade de rejeitarmos a hipótese nula quando ela é verdadeira. Comumente, os valores de alfa mais utilizados são 0,05 ou 0,01.

3. RESULTADOS: A PROPOSIÇÃO DE UMA SINTESE

O levantamento e a preparação dos dados pluviométricos através da verificação de sua consistência foram obtidos por meio de uma longa e confiável série temporal de dados mensais (1986-2020). Nas séries de precipitações, de acordo com Zavattini (2009) e após uma releitura de Schneider (2024), o Estado de Mato Grosso do Sul foi subdividido em quatro setores climáticos, denominados: I – Centro-Sul, II – Centro-Leste, III – Oeste e IV -Sudoeste. Dos setores climáticos analisados, após a aplicação dos testes de IAC, TP e TMK, foram observados:

a. Índice de Anomalia de Chuvas (IAC):

No que diz respeito ao setor climático Centro-Sul, observa-se uma tendência crescente na variabilidade da distribuição das chuvas, especialmente a partir dos anos 2000. Isso indica que as oscilações no padrão de precipitação se tornaram mais frequentes e intensas nesse período. Para o setor climático Centro-Leste, a situação é semelhante. A partir de 2002, houve um aumento significativo na variabilidade das chuvas, com os dados apontando anomalias negativas em todos os anos subsequentes. Essa tendência sugere uma instabilidade nas chuvas que pode impactar diretamente a agricultura e os recursos hídricos da região.

No setor Oeste, a tendência é preocupante, pois há uma diminuição acentuada das chuvas desde 2002. As análises demonstram que essa região também apresenta anomalias negativas em todos os anos analisados, indicando uma redução constante nas precipitações.

Por último, no setor Sudoeste, verifica-se uma tendência semelhante à do setor Oeste, com uma queda na quantidade de chuvas a partir de 2002. A técnica utilizada para análise revela anomalias negativas contínuas, o que reforça o quadro de diminuição das chuvas nessa região.

Tabela 3 - Classificação Setorial dos IAC + e – para os setores climáticos de Mato Grosso do Sul

ANO	IAC +- (S.I)	CLASSIFICAÇÃO	IAC +- (S.II)	CLASSIFICAÇÃO	IAC +- (S.III)	CLASSIFICAÇÃO	IAC +- (S.IV)	CLASSIFICAÇÃO
1986	-0,8	SECO	0,2	HABITUAL	1,0	CHUVOSO	1,9	CHUVOSO
1987	0,1	HABITUAL	0,1	HABITUAL	1,1	CHUVOSO	-0,1	HABITUAL
1988	-3,4	MUITO SECO	0,2	HABITUAL	1,5	CHUVOSO	-0,3	HABITUAL
1989	1,7	CHUVOSO	2,0	CHUVOSO	0,7	CHUVOSO	0,0	HABITUAL
1990	0,5	HABITUAL	-1,0	SECO	-0,4	HABITUAL	0,0	HABITUAL
1991	-2,3	MUITO SECO	-1,1	SECO	0,1	HABITUAL	0,1	HABITUAL
1992	1,2	CHUVOSO	0,5	HABITUAL	1,2	CHUVOSO	0,1	HABITUAL
1993	-0,6	SECO	-1,4	SECO	-1,9	SECO	-0,7	SECO
1994	-0,9	SECO	-1,4	SECO	-0,7	SECO	0,4	HABITUAL
1995	-1,7	SECO	-0,7	SECO	-0,2	HABITUAL	-0,6	SECO
1996	1,4	CHUVOSO	2,9	MUITO CHUVOSO	0,2	HABITUAL	-1,0	SECO
1997	2,9	MUITO CHUVOSO	2,1	MUITO CHUVOSO	2,2	MUITO CHUVOSO	1,6	CHUVOSO
1998	2,0	CHUVOSO	1,4	CHUVOSO	1,2	CHUVOSO	0,8	CHUVOSO
1999	-2,8	MUITO SECO	-2,4	MUITO SECO	-1,9	SECO	-1,9	SECO
2000	0,7	SECO	0,0	HABITUAL	0,5	HABITUAL	0,4	HABITUAL
2001	1,3	CHUVOSO	0,3	HABITUAL	1,9	CHUVOSO	-0,3	HABITUAL
2002	-2,0	SECO	-1,2	SECO	-3,3	MUITO SECO	-2,8	MUITO SECO
2003	1,5	CHUVOSO	1,0	CHUVOSO	1,0	CHUVOSO	2,2	MUITO CHUVOSO
2004	-0,3	HABITUAL	-0,4	SECO	0,0	HABITUAL	-0,1	HABITUAL
2005	-1,2	SECO	0,4	HABITUAL	0,2	HABITUAL	-1,2	SECO
2006	-1,6	SECO	0,6	HABITUAL	1,0	CHUVOSO	-2,6	MUITO SECO
2007	-1,4	SECO	-1,4	SECO	-1,0	SECO	-1,7	SECO
2008	-1,6	SECO	0,8	CHUVOSO	0,2	HABITUAL	-1,3	SECO
2009	1,4	CHUVOSO	2,0	CHUVOSO	0,0	HABITUAL	0,2	HABITUAL
2010	0,8	CHUVOSO	-1,6	SECO	-1,6	SECO	-0,6	SECO
2011	-0,5	HABITUAL	1,0	CHUVOSO	0,9	CHUVOSO	0,6	CHUVOSO
2012	-0,1	HABITUAL	-0,8	SECO	0,2	HABITUAL	1,9	CHUVOSO
2013	0,7	CHUVOSO	-1,0	SECO	-0,5	HABITUAL	1,9	CHUVOSO
2014	0,5	CHUVOSO	0,9	CHUVOSO	1,4	CHUVOSO	2,7	MUITO CHUVOSO
2015	4,1	MUITO CHUVOSO	0,6	CHUVOSO	-0,8	SECO	0,1	HABITUAL
2016	1,3	CHUVOSO	0,6	CHUVOSO	0,5	HABITUAL	-0,5	SECO
2017	2,1	MUITO CHUVOSO	2,3	MUITO CHUVOSO	1,2	CHUVOSO	2,7	MUITO CHUVOSO
2018	1,6	CHUVOSO	-1,0	SECO	0,3	HABITUAL	0,8	CHUVOSO
2019	-1,6	SECO	-2,0	SECO	-2,1	MUITO SECO	-0,7	SECO
2020	-1,2	SECO	-3,4	MUITO SECO	-3,2	MUITO SECO	-1,8	SECO

Fonte: Elaborada pelos autores (2025).

b. Teste de Mann-Kendall (TMK):

Por meio do Teste de Mann-Kendall, foram identificadas tendências significativas nas séries mensais, sazonais e anuais da precipitação pluvial durante o período analisado de 35 anos. A aplicação dessa técnica se mostrou bastante satisfatória, pois proporcionou uma visão mais clara das tendências observadas nos quatro setores climáticos analisados. As conclusões são elaboradas a seguir:

a) Setor Climático S.1: Centro-Sul – Foi identificada uma tendência linear de aumento das chuvas em 10 (dez) postos pluviométricos, enquanto 3 (três) postos apresentaram uma leve tendência de redução. Em relação à distribuição mensal, observou-se uma tendência significativa de diminuição das chuvas no período de maio a outubro, o que pode indicar um estadiamento do período seco.
b) Setor Climático S.2: Centro-Leste – Este setor apresentou uma tendência linear de aumento das chuvas em 14 (quatorze) postos pluviométricos, ao passo que 10 (dez) postos demonstraram tendência de redução. Ao analisar a distribuição mensal, notou-se uma tendência significativa de diminuição das chuvas de abril a agosto, o que também pode sugerir um estadiamento do período seco.
c) Setor Climático S.3: Oeste – A análise revelou uma tendência linear de diminuição das chuvas em 12 (doze) postos pluviométricos, com uma leve tendência de aumento em 2 (dois) postos. A distribuição mensal indicou uma tendência significativa de diminuição das chuvas no período de novembro a abril, o que sugere um acentuado prolongamento do período de estiagem, até então característico do inverno (junho a agosto).
d) Setor Climático S.4: Sudoeste – Observou-se uma tendência linear de diminuição das chuvas em 6 (seis) postos pluviométricos, além de uma tendência de aumento em 6 (seis) postos. Em relação à distribuição mensal, identificou-se uma tendência significativa de diminuição das chuvas de maio a agosto, indicando uma distribuição mais próxima do regime de chuvas entre os diferentes setores climáticos.

Quando aplicada a técnica de Mann-Kendall a cada posto pluviométrico individualmente, os resultados mostraram que o p-valor calculado foi maior que o nível de significância de alfa = 0,05, não permitindo a rejeição da hipótese nula (H0). Na análise estatística descritiva, o p-valor demonstrou, em todas as rodadas, que a hipótese nula não foi rejeitada, sugerindo que há uma tendência significativa em nossa série temporal. No geral, os resultados observados estavam entre os seguintes valores: $|\tau| < 0,3$: associação muito fraca; $0,3 \leq |\tau| < 0,5$: associação fraca; $0,5 \leq |\tau| < 0,7$: associação moderada; $|\tau| \geq 0,7$: associação forte.

Tabela 4 - Classificação de acordo com a Técnica de Mann-Kendall para a série histórica (1986/2020)

OD	SETOR CLIMÁTICO	POSTOS PLUVIOMÉTRICOS	CÓDIGO	APLICAÇÃO DE MANN – KENDALL	RESULTADO
1	SETOR S.1 - CENTRO- SUL	Tacuru	2355003	0,059	Tendência positiva
2		Iguatemi	2354001	0,136	Tendência positiva
3		Cel. Sapucaia	2355001	0,109	Tendência positiva
4		Itaporã	2254005	0,193	Tendência positiva
5		Glória de Dourados	2254003	0,092	Tendência positiva
6		Rio Brilhante	2154001	0,039	Tendência positiva
7		Bataiporã	2253014	0,193	Tendência positiva
8		Anaurilândia	2252000	0,069	Tendência positiva
9		Dourados	2254007	-0,032	Tendência negativa
10		Naviraí	2354000	-0,008	Tendência negativa
11		Bocajá	2255003	0,045	Tendência positiva
12		Itahum	2255004	-0,086	Tendência negativa
13		Antônio João	2255002	0,281	Tendência positiva
14	SETOR S.2 CENTRO - LESTE	Porto Uerê	2152001	0,082	Tendência positiva
15		Garcias	2052004	0,156	Tendência positiva
16		Xavantina	2152005	0,035	Tendência positiva
17		Faz. Boa Esperança	2152014	-0,210	Tendência negativa
18		Selvíria	2051045	0,069	Tendência positiva
19		Aparecida do Taboado	2051046	-0,042	Tendência negativa
20		Árvore Grande	1951004	-0,139	Tendência negativa
21		Costa Rica	1853004	0,008	Tendência positiva
22		Pontal	1952001	-0,254	Tendência negativa
23		Alegre	2054020	0,042	Tendência positiva
24		Alto Sucurui	1952000	-0,311	Tendência negativa
25		Inocência	1951005	-0,237	Tendência negativa
26		Pedro Severo	1754004	-0,076	Tendência negativa
27		Cachoeira Polvora	1853002	0,153	Tendência positiva
28		Jauru	1854003	-0,109	Tendência negativa
29		Rochedo	1954002	-0,082	Tendência negativa
30		Rio Negro	1954003	-0,213	Tendência negativa
31		Camapuã	1954004	0,119	Tendência positiva
32		Água Clara	2052002	0,143	Tendência positiva
33		Sidrolândia	2054021	0,180	Tendência positiva
34		Cipolândia	2055001	0,082	Tendência positiva
35		Ribeirão Lontra	2153002	0,213	Tendência positiva
36		Retiro Guarujá	2154006	0,193	Tendência positiva
37		Fazenda Ponte	2154008	0,012	Tendência positiva
38	SETOR S.3 - OESTE	Forte Coimbra	1957004	-0,072	Tendência negativa
39		Miranda	2056001	-0,113	Tendência negativa
40		Santa Rosa	2056007	-0,119	Tendência negativa
41		São Simão	2057001	0,049	Tendência positiva
42		Nioaque	2155001	-0,291	Tendência negativa
43		Bonito	2156000	-0,257	Tendência negativa
44		Jardim	2156001	-0,442	Tendência negativa
45		Porto Murtinho	2157000	-0,035	Tendência negativa
46		Marabá	2157005	-0,119	Tendência negativa
47		Barranco Branco	2157006	-0,066	Tendência negativa
48		Bela Vista	2256001	-0,136	Tendência negativa
49		Caracol	2257000	-0,156	Tendência negativa
50	SETOR S.4 - SUDOESTE	Aquaruis Barramento	1754011	-0,099	Tendência negativa
51		Retiro Seguro	1756002	0,076	Tendência positiva
52		Pedro Gomes	1854001	-0,422	Tendência negativa
53		Rio Verde de MT	1854002	0,002	Tendência positiva
54		Coxim	1854004	-0,136	Tendência negativa
55		Amolar	1857001	-0,173	Tendência negativa
56		São Francisco	1857003	-0,069	Tendência negativa
57		Fazenda Santa Helena	1857005	-0,301	Tendência negativa
58		Iguaçu	1955000	0,109	Tendência positiva
59		Paraíso	1956001	0,015	Tendência positiva
60		Foz Rio Piquiri	1956002	0,002	Tendência positiva
61		Entre Rios	1956003	-0,109	Tendência negativa
62		Campo Alto	1956004	0,197	Tendência positiva
63		Piraputanga	1957005	0,139	Tendência positiva

Fonte: Elaborada pelos autores (2025).

b. Teste de Pettitt (TP):

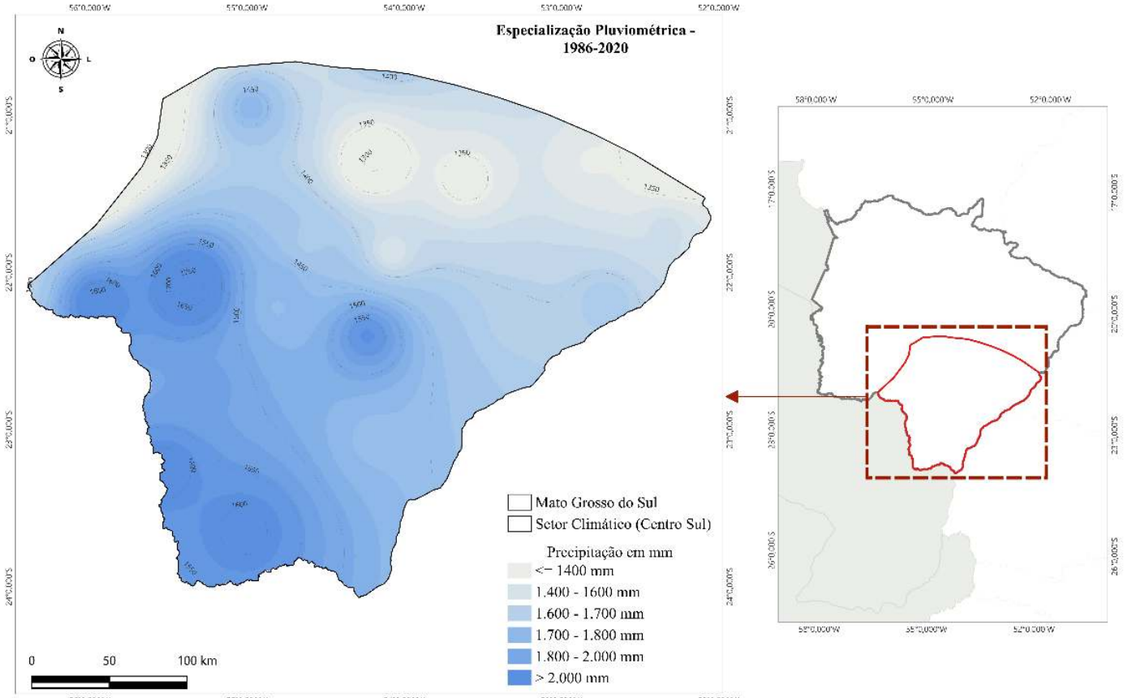
A aplicação da técnica utilizada demonstrou que as estações selecionadas para cada setor climático apresentam dados homogêneos. A decisão sobre a rejeição ou aceitação da hipótese nula (H_o) pode ser realizada com base na avaliação do P-valor obtido pelo teste. Neste estudo, adotou-se um critério de P-valor ≤ 0,05 (ou 5%) para essa análise. Setor Climático: S.1 Centro-Sul – Ao aplicar o teste, não foram identificadas rupturas na série histórica, indicando homogeneidade e constância dos dados ao longo do tempo. Setor Climático: S.2 Centro-Leste – O teste revelou alterações em três postos pluviométricos, caracterizadas por rupturas na série histórica. O posto 1954002 (Rochedo) apresentou um P-valor de 0,046, resultando em uma ruptura negativa a partir de 1992. No caso do posto 2055001 (Cipolândia), o P-valor foi de 0,034, evidenciando uma ruptura positiva a partir de 2008. Já o posto 2153002 (Ribeirão Lontra) apresentou um P-valor de 0,004, indicando uma ruptura positiva a partir de 1994. Setor Climático: S.3 Oeste – Neste setor, o teste apontou uma alteração em um posto pluviométrico. O posto 1857003 (São Francisco) obteve um P-valor de 0,004, resultando em uma ruptura negativa a partir de 2001. Setor Climático: S.4 Sudoeste – O teste indicou alterações em dois postos pluviométricos, que apresentaram rupturas durante suas séries históricas. O posto 2156000 (Bonito) teve um P-valor de 0,002, apontando uma ruptura negativa a partir de 2004. Por sua vez, o posto 1957004 (Forte Coimbra) registrou um P-valor de 0,006, também evidenciando uma ruptura negativa, mas a partir de 2007.

Tabela 5 - Classificação de acordo com a Técnica de Pettit para a série histórica (1986/2020)

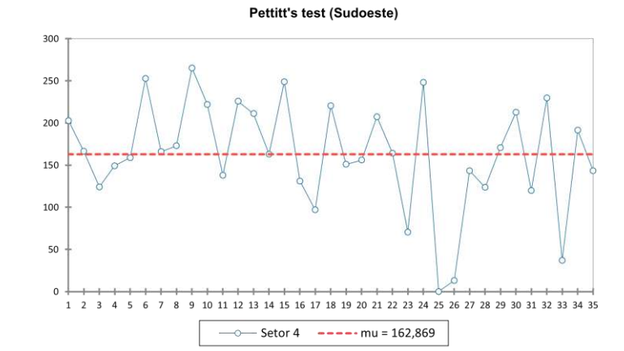
SETORES CLIMÁTICOS	POSTOS PLUVIOMÉTRICOS	CÓDIGO (ANA)	Resultados anuais por posto pluviométrico 1986 a 2020	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	VERÃO (DJF)	OUTONO (MAM)	INVERNO (JJA)	PRIMAVERA (SON)	JANEIRO	FEVEREIRO	MARÇO	ABRIL	MAIO	JUNHO	JULHO	AGOSTO	SETEMBRO	OUTUBRO	NOVEMBRO	DEZEMBRO
			Pettit p-value (Alpha 0,05)	Resultados anuais a partir da aplicação da técnica de Pettit para os Setores Climáticos de Mato Grosso do Sul																																				P-value	P-value	P-value	P-value	P-value	P-value	P-value	P-value	P-value	P-value	P-value	P-value	P-value	P-value	P-value	P-value
SETOR S.1 CENTRO-SUL	Tacuru	2355003	0,877																																																		
	Iguatemi	2354001	0,378																																																		
	Cel. Sapucaia	2355001	0,177																																																	
	Itaporã	2254005	0,364																																																	
	Glória Ddos	2254003	0,908																																																	
	Rio Brilhante	2154001	0,861																																																	
	Bataiporã	2253014	0,216	0,219	0,461	0,247	0,085	0,600	0,823	0,211	0,812	0,311	0,605	0,444	0,611	0,322	0,667	0,964	0,677	0,129	0,970	0,128	0,433	0,982	0,590	0,583	0,812	0,686	0,213	0,697	0,980	0,312	0,210	0,132	0,445	0,597	0,225	0,312	0,959	0,915	0,310	0,525	0,418	0,140	0,969	0,699	0,757	0,083	0,978	0,310	0,308	0,803	0,375	0,532
	Anaurilândia	2252000	0,409																																																	
	Dourados	2254007	0,264																																																	
	Naviraí	2354000	0,218																																																	
	Bocajá	2255003	0,926																																																	
	Itahum	2255004	0,188																																																	
	Antônio João	2255002	0,075																																																	
SETOR S.2 CENTRO-LESTE	Porto Uerê	2152001	0,623																																																	
	Garcias	2052004	0,052																																																	
	Xavantina	2152005	0,465																																																	
	Faz. Boa Esperança	2152014	0,217																																																	
	Selvíria	2051045	0,521																																																	
	Aparecida do	2051046	0,683																																																	
	Árvore Grande	1951004	0,147																																																	
	Costa Rica	1853004	0,345																																																	
	Pontal	1952001	0,072																																																	
	Alegre	2054020	0,310																																																	
	Alto Sucurui	1952000	0,056																																																	
	Inocência	1951005	0,261	0,398	0,097	0,272	0,249	0,461	0,417	0,573	0,176	0,581	0,178	0,486	0,101	0,999	0,374	0,090	0,562	0,108	0,507	0,298	0,540	0,424	0,352	0,254	0,374	0,190	0,962	0,414	0,282	0,217	0,513	0,210	0,220	0,091	0,135	0,392	0,693	0,689	0,108	0,701	0,172	0,449	0,959	0,437	0,816	0,750	0,631	0,647	0,513	0,221	0,915	0,722
	Pedro Severo	1754004	0,618																																																	
	Cachoeira Polvora	1853002	0,064																																																	
	Jauru	1854003	0,145																																																	
	Rochedo	1954002	**0,046**																																																	
	Rio Negro	1954003	0,537																																																	
	Camapuã	1954004	0,148																																																	
	Água Clara	2052002	0,059																																																	
	Sidrolândia	2054021	0,323																																																	
	Cipolândia	2055001	**0,034**																																																	
	Ribeirão Lontra	2153002	**0,044**																																																
	Retiro Guarujá	2154006	0,200																																																	
	Fazenda Ponte	2154008	0,638																																																	
SETOR S.3 OESTE	Aquaruis	1754011	0,307																																																	
	Retiro Seguro	1756002	0,165																																																	
	Pedro Gomes	1854001	0,345																																																	
	Rio Verde de MT	1854002	0,574																																																	
	Coxim	1854004	0,103																																																	
	Amolar	1857001	0,194																																																	
	São Francisco	1857003	**0,004**	0,260	0,613	0,702	0,717	0,729	0,058	0,312	0,407	0,827	0,554	0,402	0,465	0,921	0,937	0,078	0,158	0,971	0,815	0,731	0,300	0,118	0,093	0,501	0,814	0,978	0,472	0,482	0,152	0,416	0,232	0,863	0,557	0,922	0,112	0,111	0,930	0,738	0,682	0,124	0,686	0,690	0,643	0,986	0,302	0,764	0,929	0,948	0,168	0,738	0,575	0,141
	Fazenda Santa	1857005	0,632																																																	
	Iguaçu	1955000	0,698																																																	
	Paraíso	1956001	0,967																																																	
	Foz Rio Piquiri	1956002	0,875																																																
	Entre Rios	1956003	0,627																																																	
	Campo Alto	1956004	0,516																																																	
	Piraputanga	1957005	0,711																																																	
SETOR S.4 SUDOESTE	Forte Coimbra	1957004	**0,000**																																																	
	Miranda	2056001	0,678																																																	
	Santa Rosa	2056007	0,425																																																	
	São Simão	2057001	0,642																																																	
	Nioaque	2155001	0,804																																																	
	Bonito	2156000	**0,006**	0,640	0,489	0,646	0,917	0,244	0,629	0,560	0,467	0,576	0,148	0,383	0,617	0,833	0,124	0,558	0,177	0,922	0,494	0,108	0,383	0,898	0,492	0,241	0,407	0,495	0,582	0,340	0,178	0,484	0,274	0,586	0,259	0,175	0,972	0,234	0,754	0,650	0,807	0,227	0,281	0,530	0,865	0,316	0,173	0,962	0,875	0,596	0,309	0,112	0,641	0,334
	Jardim	2156001	0,923																																																	
	Porto Murtinho	2157000	0,154																																																	
	Marabá	2157005	0,308																																																	
	Barranco Branco	2157006	0,280																																																	
	Bela Vista	2256001	0,086																																																	
	Caracol	2257000	0,248																																																	

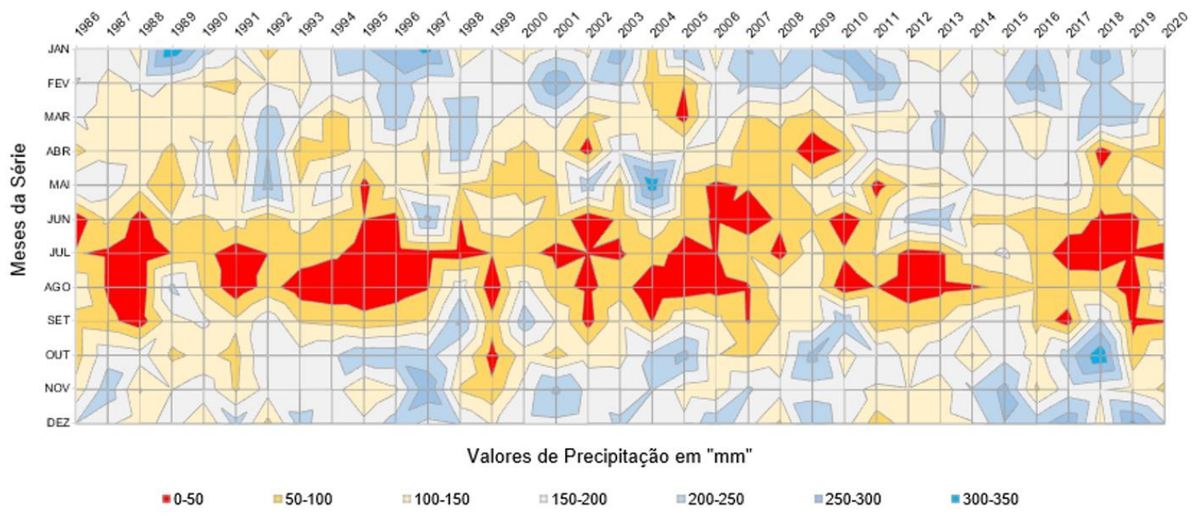
Fonte: Elaborada pelos autores (2025)

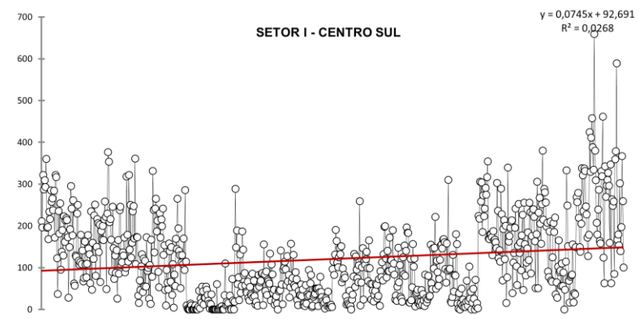
Figura 5 - Aplicação das técnicas estatísticas (IAC, PT, TMK) Setor Climático I (Centro-Sul) – Série histórica (1986 a 2020)



SETORES CLIMÁTICOS	POSTOS PLUVIOMÉTRICOS	CÓDIGO (ANA)	Resultados anuais por posto pluviométrico 1986 a 2020	Resultados anuais por posto pluviométrico 1986 a 2020	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
			Pettit p-value (Alpha 0,05)	Mann-Kendal (Alpha 0,05)	Resultados anuais a partir da aplicação da técnica de de Índice de Anomalia de Chuva (IAC) para os Seto																								
SETOR 5.1 CENTRO-SUL	Tacuru	2355003	0,877	0,059	1	0	-6	1	-1	-3	4	1	-1	-2	1	3	4	-6	1	0	-2	2	0	-1	-3	-5	0	-2	1
	Iguatemi	2354001	0,378	0,136	1	-2	-4	2	-1	-3	2	-2	0	2	6	1	3	-2	0	0	-1	1	-1	-3	-4	-3	-2	0	0
	Cel. Sapucaia	2355001	0,177	0,109	-1	1	0	3	0	-6	1	-2	0	-2	0	2	5	-2	3	0	-5	0	-2	-5	-4	-3	-4	0	-2
	Itaporã	2254005	0,364	0,193	-1	0	-4	2	-1	-4	2	0	-1	-4	-2	3	0	-4	4	2	-2	-1	1	0	-3	-2	0	2	1
	Glória Ddos	2254003	0,908	0,092	-1	1	-4	4	-1	-3	3	0	-2	-3	3	4	2	-3	0	4	-1	-1	-2	-4	0	-1	-1	4	0
	Rio Brilhante	2154001	0,861	0,039	0	2	-3	3	0	-3	-2	-1	-3	-4	1	11	2	-1	2	2	-3	1	0	0	-1	-1	-3	1	-1
	Bataiporã	2253014	0,216	0,193	0	0	-3	1	-1	-4	-1	-7	-1	-2	3	2	2	-2	-2	1	-2	3	1	-2	-1	0	-1	3	3
	Anaurilândia	2252000	0,409	0,069	-3	0	-4	1	3	-2	1	0	-2	1	2	2	0	-4	-2	4	-1	4	1	-3	-1	-1	-3	4	3
	Dourados	2254007	0,264	-0,032	0	2	-3	1	1	-3	3	-1	-1	-2	-1	2	2	-3	1	2	-1	16	0	-2	-3	-2	-3	1	-1
	Naviraí	2354000	0,218	-0,008	1	2	-4	0	0	-3	3	-1	-2	-3	3	2	3	-4	2	2	-1	-1	1	-1	0	-4	-2	4	-2
	Bocajá	2255003	0,926	0,045	0	2	-4	1	-1	-4	2	-1	2	-4	1	3	2	-4	4	1	-3	-1	1	-1	-3	-3	0	1	-3
	Itahum	2255004	0,188	-0,086	-3	-1	-4	1	2	1	4	5	7	0	4	3	2	-3	-1	2	-4	-2	-1	-1	-2	0	-2	1	-1
	Antônio João	2255002	0,075	0,281	-1	-2	-5	-4	0	-3	4	-2	-1	-2	-1	5	2	-3	1	-2	-4	1	1	3	-1	0	-1	1	5







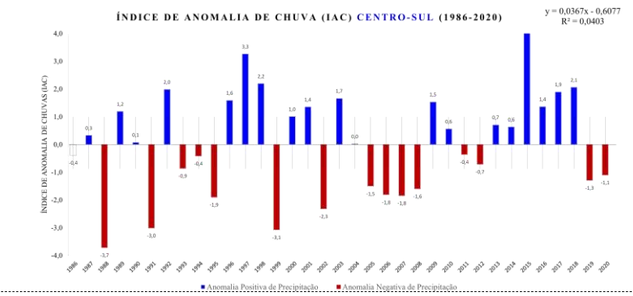
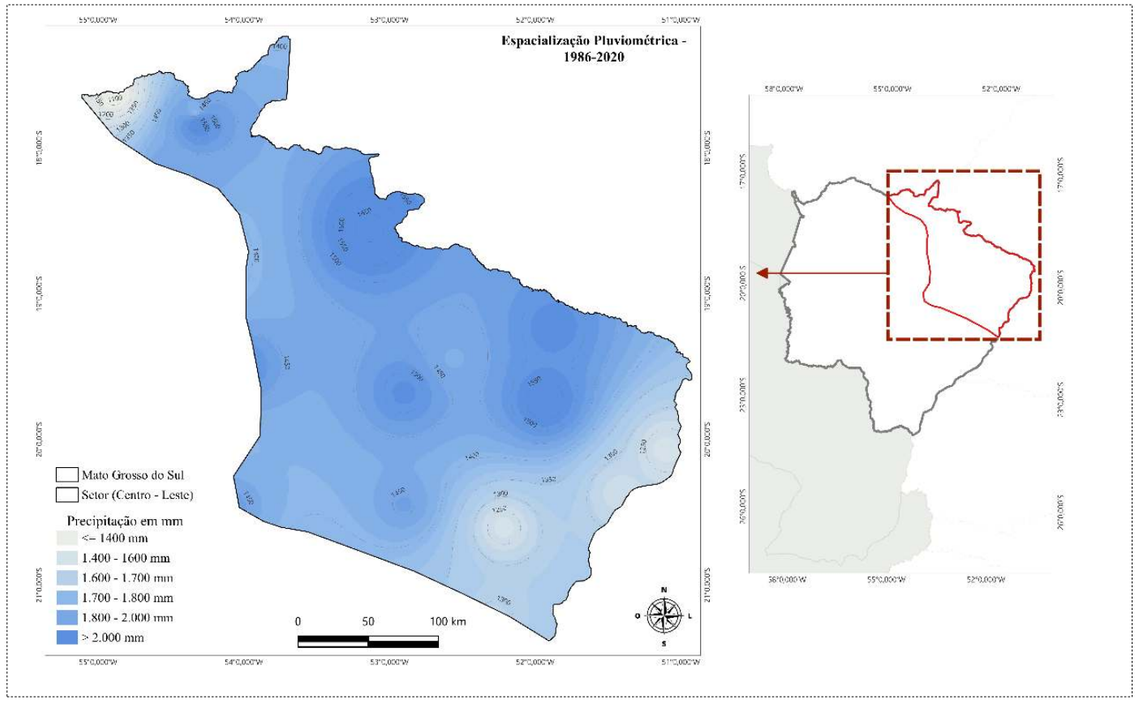
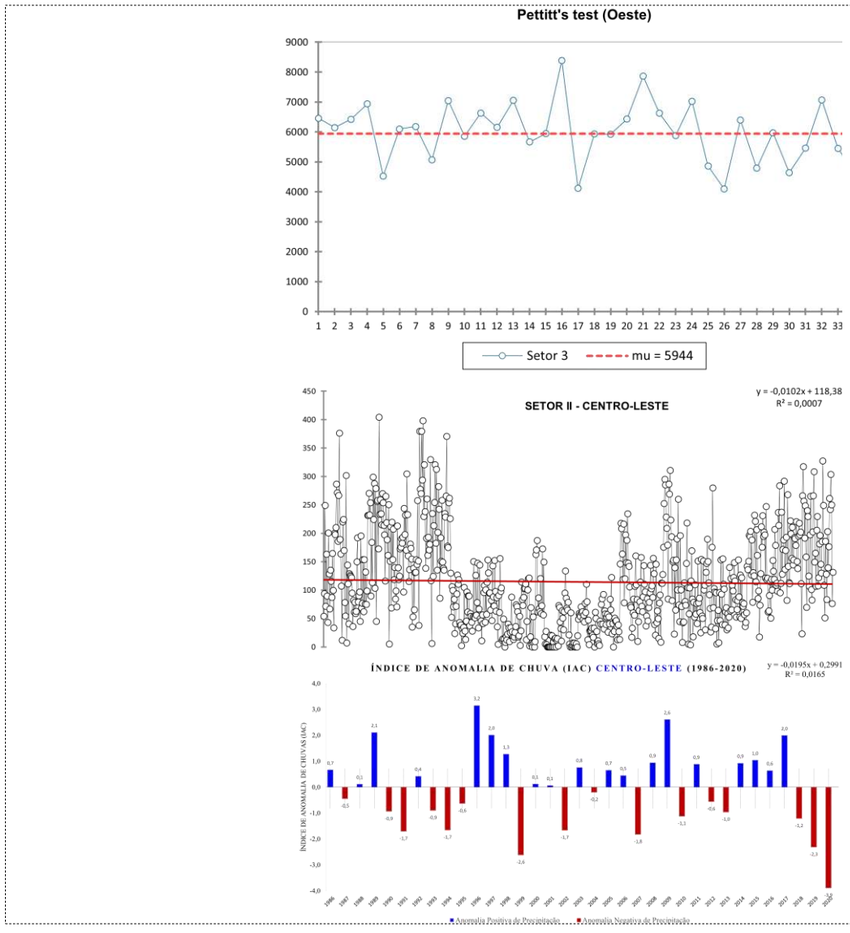


Figura 6 - Aplicação das técnicas estatísticas (IAC, PT, TMK) Setor Climático II (Centro-Leste) – Série histórica (1986 a 2020)



SETORES CLIMÁTICOS	POSTOS PLUVIOMÉTRICOS	CÓDIGO (ANA)	Resultados anuais por posto pluviométrico 1986 a 2020	Resultados anuais por posto pluviométrico 1986 a 2020	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
			Pettit p-value (Alpha 0,05)	Mann-Kendal (Alpha 0,05)	Resultados anuais a partir da aplicação da técnica de de Índice de Anomalia de Chuva (IAC) para os Seto																								
SETOR S-2 CENTRO-LESTE	Porto Ueré	2152001	0,623	0,082	-1	0	-4	3	7	3	3	-3	0	-4	-1	0	0	-3	-3	-2	-3	3	-1	-1	-2	-1	-2	0	1
	Garcias	2052004	0,052	0,156	-1	3	-1	4	5	0	-3	0	-3	-2	1	3	3	-2	0	2	0	0	-4	-1	0	-1	-5	-6	0
	Xavantina	2152005	0,465	0,035	-1	1	0	1	0	0	-5	3	-2	-4	0	1	-1	-3	2	3	3	4	-2	-2	-5	3	2	1	0
	Faz. Boa Esperança	2152014	0,217	-0,210	-2	-3	-5	1	-3	-1	-3	-1	-2	0	6	5	3	-2	4	3	-3	-1	0	1	-1	0	-1	3	1
	Selvíria	2051045	0,521	0,069	-2	-1	-2	3	0	-1	3	0	-2	2	1	1	0	-1	-1	0	-2	1	1	0	2	-1	-3	5	3
	Aparecida do Taboado	2051046	0,683	-0,042	-2	-2	-4	4	1	-4	1	3	-2	1	-1	1	4	-3	-1	0	-2	-1	0	0	0	-3	-1	4	4
	Árvore Grande	1951004	0,147	-0,139	-1	-2	-1	-2	-5	-2	1	-2	-3	-1	9	1	3	-3	-1	5	-1	-1	5	0	1	1	3	0	-1
	Costa Rica	1853004	0,345	0,008	-1	1	-2	6	2	-1	2	1	2	1	5	0	-2	-5	-8	0	1	2	2	0	1	-1	-3	2	1
	Pontal	1952001	0,072	-0,254	3	1	-1	2	3	0	-5	-6	-4	-1	1	2	-3	-3	2	-1	-3	1	0	0	-4	4	3	2	
	Alegre	2054020	0,310	0,042	0	0	2	0	-10	-2	0	-1	-15	2	0	2	1	-6	3	-2	-7	1	-4	3	-1	-2	2	2	-10
	Alto Sucuruí	1952000	0,056	-0,311	1	-1	1	0	-3	0	-2	-2	-2	0	6	2	2	-4	-1	4	1	4	-1	0	3	2	6	4	0
	Inocência	1951005	0,261	-0,237	0	-2	5	2	0	-4	-1	2	-2	-1	0	2	1	-2	3	-2	-1	-1	0	-2	-1	-1	2	4	-1
	Pedro Severo	1754004	0,618	-0,076	3	-2	-3	3	-2	-1	4	1	6	-3	8	1	2	0	1	0	0	1	0	2	1	-3	-1	0	-1
	Cachoeira Polvora	1853002	0,064	0,153	2	-2	-3	-3	-1	4	4	-3	-1	-2	4	-1	3	0	4	-1	-2	-2	2	5	-1	-6	-2	2	2
	Jauru	1854003	0,145	-0,109	3	3	1	2	0	-5	3	-1	1	0	5	6	1	-2	0	-1	-3	1	0	3	-2	-4	-1	3	0
	Rochedo	1954002	0,046	-0,082	3	0	4	7	3	-5	0	-3	-1	1	3	2	0	-2	0	-2	-2	5	-2	0	-2	1	1	8	0
	Rio Negro	1954003	0,537	-0,213	-2	-1	2	1	1	0	-1	0	0	-3	1	4	6	-2	0	0	-1	1	-3	0	0	-1	3	3	-6
	Camapuã	1954004	0,148	0,119	-1	1	-1	4	-2	-1	-1	-1	-1	-2	0	4	-2	-3	-1	1	-1	0	-2	-1	4	-4	-1	-1	-5
	Água Clara	2052002	0,059	0,143	-2	4	-3	3	0	-2	0	-2	1	0	3	1	-1	-3	-4	-1	-3	-2	-2	0	0	-3	-1	-3	0
	Sidrolândia	2054021	0,323	0,180	-5	1	0	2	-2	6	4	-4	0	0	1	0	3	-2	2	1	-5	3	1	-2	0	0	0	0	-4
	Cipolândia	2055001	0,034	0,082	-1	0	1	2	0	-1	-2	-1	-2	-1	-1	7	6	0	-1	4	9	2	-3	-1	3	2	0	3	-3
	Ribeirão Lontra	2153002	0,044	0,213	1	1	1	-1	2	-2	3	1	1	2	0	3	1	-2	-2	1	-5	-1	1	-1	-2	-2	-4	-3	-3
	Retiro Guarujá	2154006	0,200	0,193	3	6	5	2	1	1	4	-3	0	-4	-1	-2	-2	-5	-2	1	-4	1	-2	-2	-2	-3	-2	1	0
	Fazenda Ponte	2154008	0,638	0,012	2	3	3	0	-1	-1	1	0	1	-3	0	2	0	-5	-1	2	-4	2	1	13	-2	-3	3	0	-2



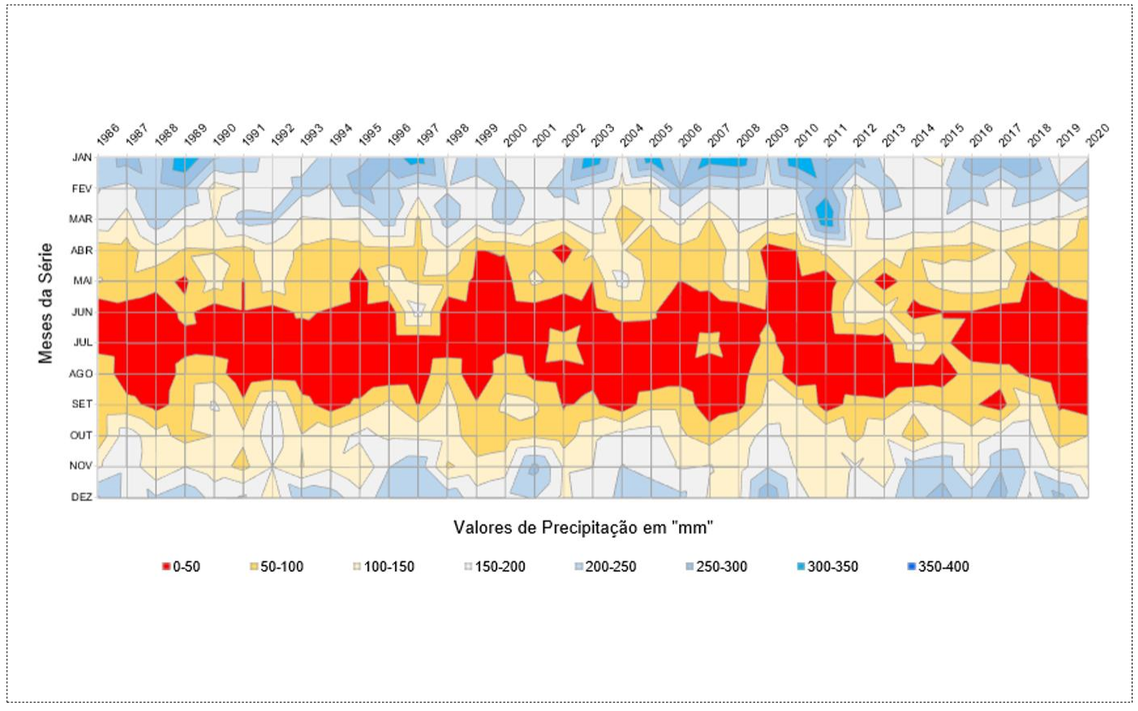
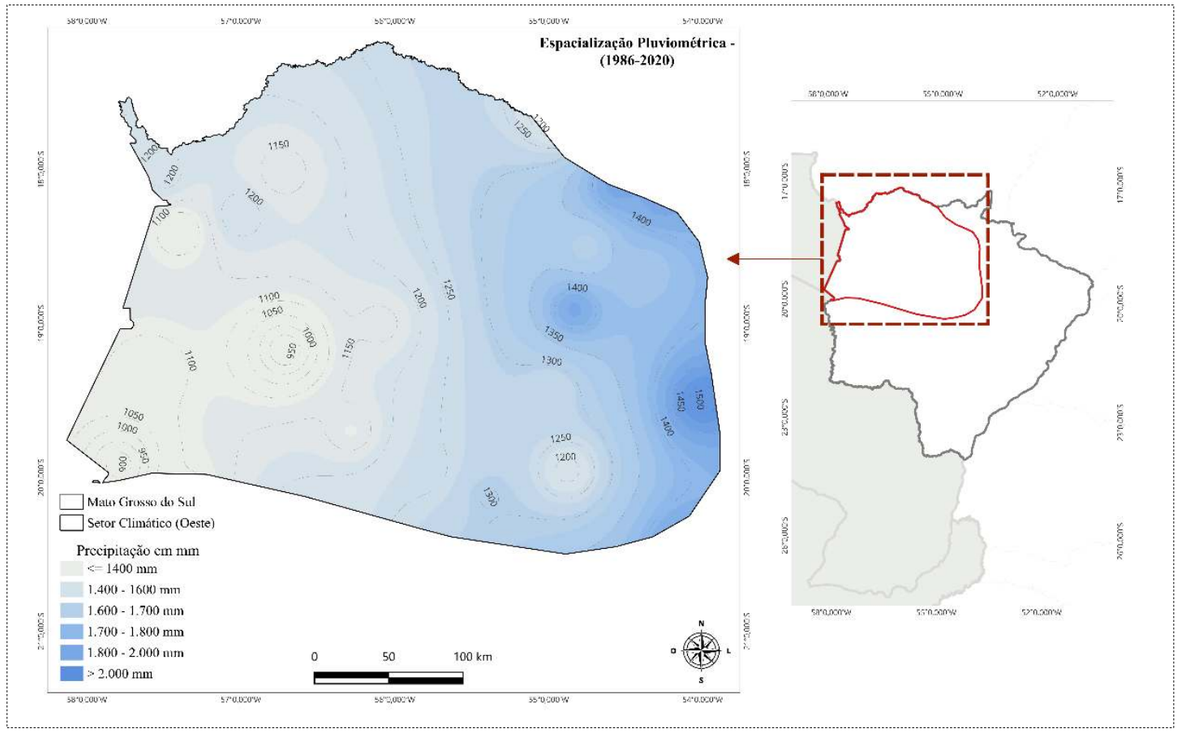
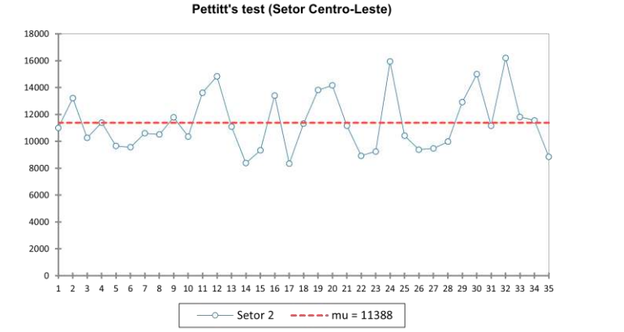
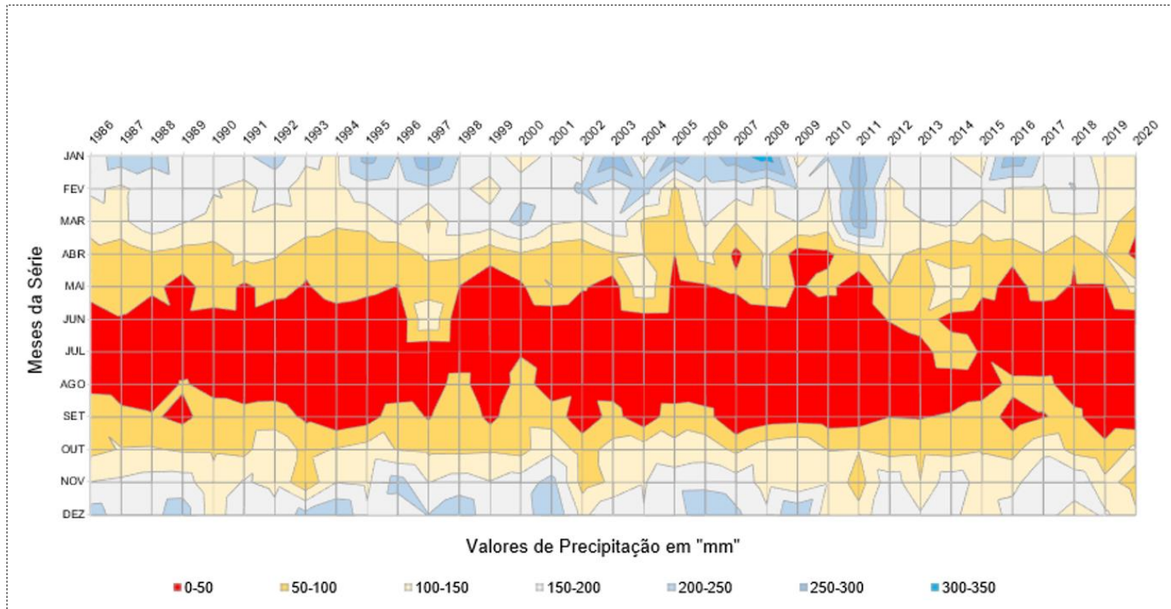


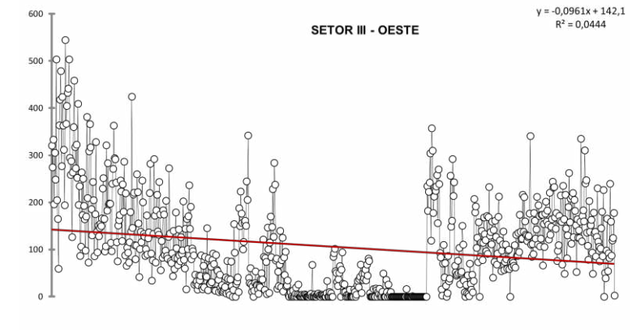
Figura 7 - Aplicação das técnicas estatísticas (IAC, PT, TMK) Setor Climático III (Oeste) – Série histórica (1986 a 2020)



SETORES CLIMÁTICOS	POSTOS PLUVIOMÉTRICOS	CÓDIGO (ANA)	Resultados anuais por posto pluviométrico 1986 a 2020	Resultados anuais por posto pluviométrico 1986 a 2020	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
			Pettit p-value (Alpha 0,05)	Mann-Kendal (Alpha 0,05)	Resultados anuais a partir da aplicação da técnica de de Índice de Anomalia de Chuva (IAC) para os Seto																								
SETOR S.3 OESTE	Aquarus Barramento	1754011	0,307	-0,072	0	-2	-2	1	-2	1	0	-2	-2	1	2	4	2	0	-2	2	-2	2	-3	0	-4	-3	-1	3	-3
	Retiro Seguro	1756002	0,165	-0,113	0	2	3	1	1	0	0	-5	-2	-2	-3	3	0	-4	-1	0	-6	-1	-2	-1	0	-4	-1	3	1
	Pedro Gomes	1854001	0,345	-0,119	0	2	2	0	2	3	1	1	-2	0	-1	4	3	-2	2	0	-2	2	3	2	3	3	0	0	1
	Rio Verde de MT	1854002	0,574	0,049	-2	0	-1	-1	-4	0	0	-1	-2	8	0	4	0	0	-1	4	0	1	-1	-1	7	7	7	-2	-5
	Coxim	1854004	0,103	-0,291	-1	1	2	1	0	-1	3	-3	-1	-4	-2	4	0	-4	-1	4	-5	3	-1	1	0	0	-3	1	-2
	Amolar	1857001	0,194	-0,257	-1	1	3	4	1	0	2	0	0	-2	-1	7	4	0	-1	1	-3	0	1	0	2	-4	0	2	-3
	São Francisco	1857003	0,004	-0,442	1	-1	0	2	6	5	0	-2	0	-1	2	-1	3	-1	0	3	-3	0	0	-2	5	-2	-1	-2	-2
	Fazenda Santa Helena	1857005	0,632	-0,035	2	0	1	2	2	1	1	0	1	4	4	0	4	-1	2	1	-1	-1	0	-1	5	0	-1	-2	-2
	Iguaçu	1955000	0,698	-0,119	1	-1	-1	-2	-2	-2	0	-1	0	4	4	3	-1	-3	2	4	-2	0	0	-1	1	1	3	-2	1
	Paraíso	1956001	0,967	-0,066	3	2	1	0	0	0	1	-4	0	-3	-2	1	2	-3	1	5	-3	4	3	0	2	-4	-2	1	-1
	Foz Rio Piquiri	1956002	0,875	-0,136	3	1	3	3	-5	0	3	-4	-1	0	-2	0	2	-3	4	-1	-4	3	5	-2	-2	0	1	-2	-2
	Entre Rios	1956003	0,627	-0,156	3	2	1	2	-2	0	2	-5	-1	-1	-1	2	0	1	1	1	-7	3	1	0	2	-2	2	-1	1
	Campo Alto	1956004	0,516	-0,099	3	2	3	-2	-2	-1	0	-4	0	-1	1	3	2	0	2	-1	-5	0	-3	1	3	-3	1	0	-2
	Piraputanga	1957005	0,711	0,076	1	0	1	-1	-5	-2	0	-3	-2	1	-2	2	2	-2	5	5	-3	3	2	1	0	-2	-2	-1	-3







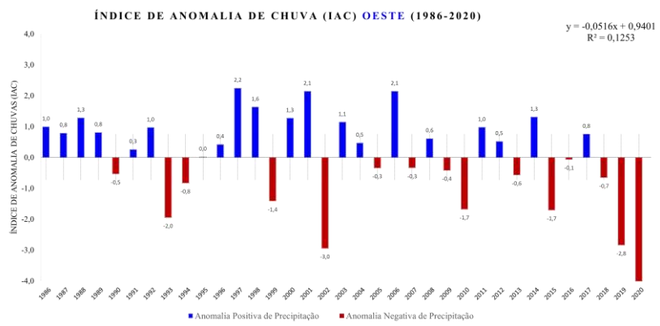
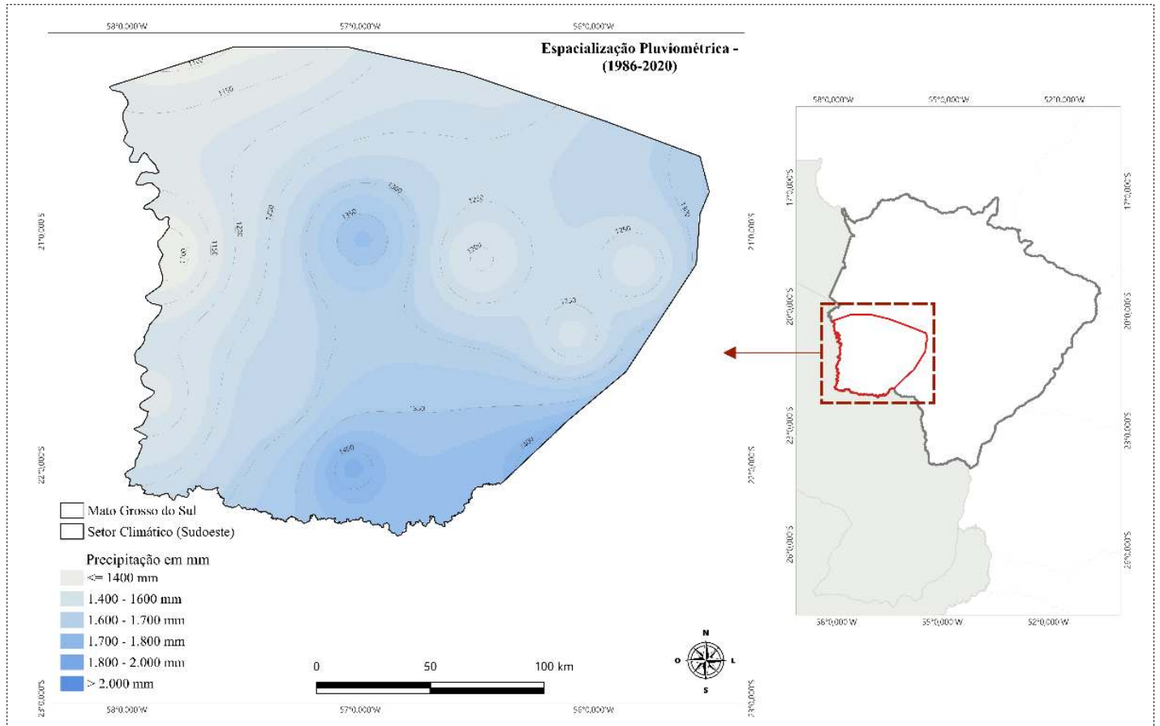
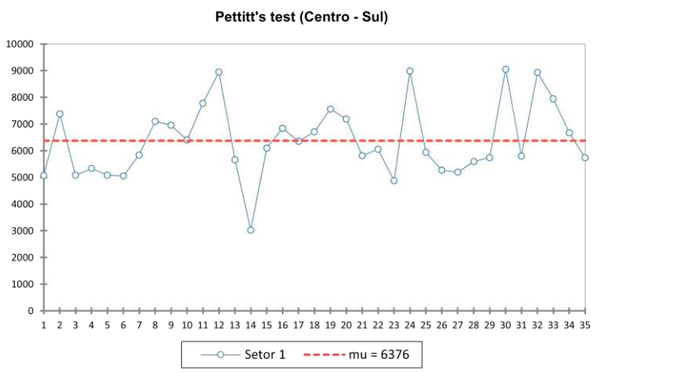
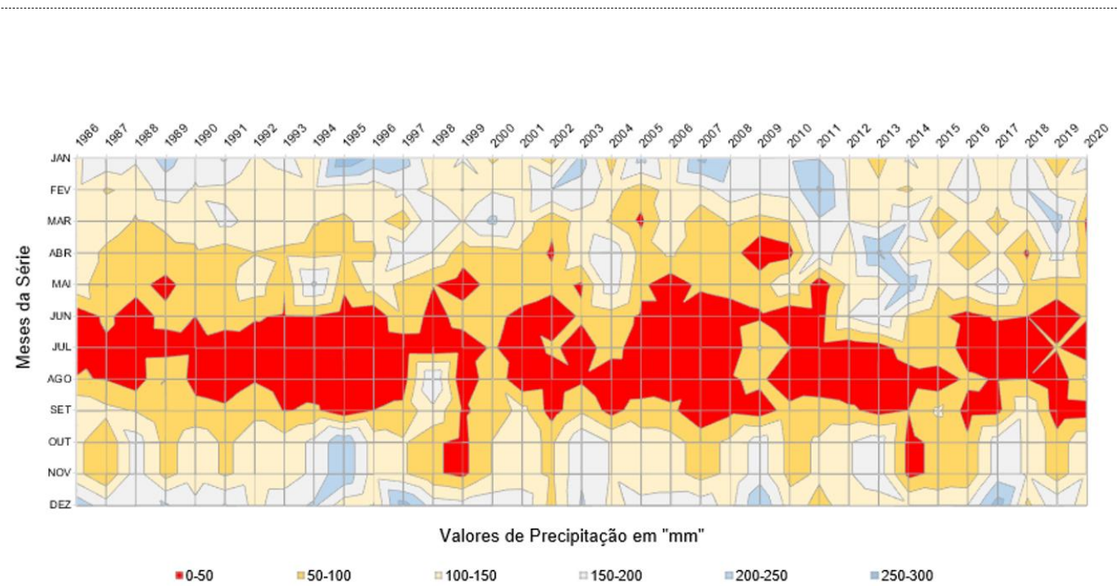


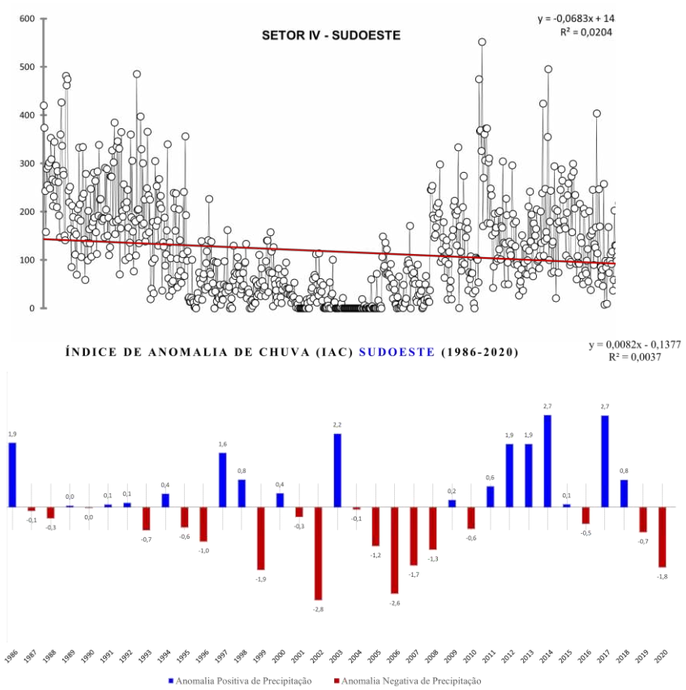
Figura 8 - Aplicação das técnicas estatísticas (IAC, PT, TMK) Setor Climático IV (Sudoeste) – Série histórica (1986 a 2020)



SETORES CLIMÁTICOS	POSTOS PLUVIOMÉTRICOS	CÓDIGO (ANA)	Resultados anuais por posto pluviométrico 1986 a 2020	Resultados anuais por posto pluviométrico 1986 a 2020	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
			Pettit p-value (Alpha 0,05)	Mann-Kendal (Alpha 0,05)	Resultados anuais a partir da aplicação da técnica de de Índice de Anomalia de Chuva (IAC) para os Seto																								
SETOR S.4 SUDOESTE	Forte Coimbra	1957004	0,000	-0,422	-1	1	2	4	1	0	-1	0	-3	-4	5	1	1	1	0	2	1	-3	-3	-2	0	1	2	2	-2
	Miranda	2056001	0,678	0,002	2	3	-1	2	2	-1	-3	-3	1	-6	0	1	-1	-5	-3	4	-5	2	1	1	-3	-3	-1	3	-1
	Santa Rosa	2056007	0,425	-0,136	1	-3	0	2	0	2	1	0	0	-1	1	3	4	-4	2	0	-5	5	2	-3	-3	-1	-2	0	-4
	São Simão	2057001	0,642	-0,173	-5	1	4	1	-7	-1	4	-3	1	-2	2	-2	0	-2	0	2	-5	-3	2	-6	2	1	2	1	
	Nioaque	2155001	0,804	-0,069	5	0	-1	1	2	1	-1	-5	-2	-2	-2	3	2	-3	0	3	-1	1	-1	0	0	-1	-2	-4	-1
	Bonito	2156000	0,006	-0,301	3	0	1	4	0	2	2	2	-2	3	0	0	-5	3	1	-2	5	7	-2	-4	-4	-2	2	-1	
	Jardim	2156001	0,923	0,109	4	0	-1	-2	2	0	-2	-2	0	-1	-4	4	1	-2	2	0	-3	10	-1	-1	-4	0	-2	2	0
	Porto Murtinho	2157000	0,154	0,015	4	0	0	-2	1	1	0	-1	1	2	-1	3	1	-2	1	-1	-6	-3	-1	-2	-4	-2	0	-5	-1
	Marabá	2157005	0,308	0,002	3	-3	-5	-1	0	-3	-1	0	3	2	1	-2	0	0	0	-8	2	3	-1	0	-2	-1	-2	-1	2
	Barranco Branco	2157006	0,280	-0,109	4	3	2	0	2	0	0	-2	2	2	-2	-1	2	5	2	-2	-3	0	-3	-5	-1	-4	-2	-4	-2
	Bela Vista	2256001	0,086	0,197	-1	-1	-2	-3	-3	0	-2	1	1	0	-3	3	2	-3	0	-1	-2	5	-1	-2	-2	-3	-3	0	2
	Caracol	2257000	0,248	0,139	0	-1	-3	-1	1	1	3	-2	-1	-2	-2	2	1	-3	0	-1	-6	1	0	-2	0	-2	0	0	-1







3.1. A regionalização da variabilidade pluvial

Na busca de uma síntese em relação à regionalização da variabilidade pluvial, foram identificadas as seguintes características:

S.1: Setor Climático (Centro-Sul): Esse setor apresenta um clima tropical úmido (TU) e tropical ameno úmido (TAU), onde as chuvas são predominantemente influenciadas por massas de ar tropical atlântica, polar atlântica e tropical continental. A precipitação neste setor exibe um padrão sazonal significativo, com os meses de verão (novembro a março) registrando os maiores índices de chuvas, enquanto o período de inverno (junho a agosto) observa uma redução considerável na precipitação. Março, janeiro e fevereiro se destacam como os meses mais chuvosos, enquanto julho e agosto são os mais secos. As localidades de Itaporã e Dourados, com totais pluviométricos em janeiro frequentemente superiores a 200 mm, estão sob maior risco de inundações. Anaurilândia e Bataiporã também apresentam altos níveis de precipitação ao longo do ano, sugerindo um comportamento semelhante. Por outro lado, Naviraí e Rio Brilhante, apesar de apresentarem precipitações acima da média em certas épocas, mostram variações que podem indicar períodos de seca ou chuvas irregulares.

S.2: Setor Climático (Centro-Leste): Neste setor, caracterizado por um clima tropical seco (TS) e tropical semiúmido (TSU), a influência das massas de ar equatorial continental e tropical continental é preponderante. Aqui, os meses de verão (principalmente de outubro a março) são marcados por elevados índices de precipitação, enquanto uma queda abrupta ocorre em abril, sinalizando o início de um período seco. Em junho e julho, muitas localidades, como Árvore Grande e Fazenda Boa Esperança, enfrentam secas severas, com precipitação frequentemente abaixo de 50 mm. Essa extensão do período de estiagem indica mudanças significativas na variabilidade mensal das chuvas.

S.3: Setor Climático Pantanal (Oeste): caracterizado por clima tropical seco (CTS) e clima semiárido (CSA), onde as chuvas são influenciadas majoritariamente por massas de ar equatorial continental e tropical continental. No setor climático a distribuição das chuvas ao longo da série histórica tende a se concentrar entre janeiro e março, seguindo uma diminuição considerável nos meses subsequentes, com persistência no período de estiagem. Os meses de novembro e dezembro apresentam o retorno das chuvas, com postos pluviométricos ultrapassando 200 mm, o que indica a possibilidade de restauração diante do extenso período de estiagem. Em suma, o setor climático (Oeste) tende a ser severamente impactado nas

próximas décadas, com uma redução expressiva em relação ao acumulado pluviométrico. Isso evidencia a necessidade de um planejamento estratégico em resposta à variabilidade climática.

S.4: Setor Climático: Bodoquena (Sudoeste): caracterizado por clima tropical úmido (TU) e clima tropical semiúmido (TSU), onde as chuvas são influenciadas majoritariamente por massas de ar tropical continental, tropical atlântica e polar atlântica. No referido setor climático, os meses de janeiro a março indicam tendência de alta precipitação em quase todas as localidades, com Porto Murtinho (425,8 mm em janeiro), Bonito (342,1 mm em janeiro) e Caracol (237,9 mm em fevereiro) tendo os maiores totais, que indicam um padrão de chuvas intensas no início do ano. Os meses de junho a agosto apresentam valores muito baixos de precipitação, especialmente em localidades como Miranda. A variabilidade nas chuvas é evidente, com Santa Rosa e São Simão apresentando chuvas significativas, mas com flutuações. Isso sugere que essas áreas podem ser sensíveis a mudanças climáticas e padrões de precipitação.

Os setores climáticos de precipitação no Mato Grosso do Sul estão associados à atuação dos centros de ação intertropicais e extratropicais, com suas altas pressões subtropicais. Esses centros estão associados a duas massas de ar ciclônicas que atuam com máxima intensidade na primavera-verão: Massa Equatorial Continental e a tropical continental. O encontro dessas massas de ar com a polar atlântica, são responsáveis pelas chuvas frontrais, que atuam predominantemente no período de outono-inverno. No contexto da circulação e dinâmica atmosférica, é importante considerar que os centros de ação climáticos atuantes sobre o Mato Grosso do Sul, em associação com os fatores geográficos locais, especialmente o relevo, são importantes aspectos da distribuição espacial das chuvas.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aplicação das técnicas de IAC, PT, e TMK possibilitaram uma ótima visualização do grau de variação das chuvas no Estado do Mato Grosso do Sul, apresentando-se como um bom indicador climático para se avaliar a variabilidade pluviométrica, além de servir como parâmetro de comparação entre diferentes metodologias.

Em relação a aplicação da técnica do Índice de Anomalia de Chuva (IAC) esta indicou anomalias nos quatro setores climáticos analisados (S.1 – Centro-Sul, S.2 – Centro-Leste, S.3 –

Oeste e S.4 – Sudoeste) sendo eles: 1997, 2003 e 2017 considerados anos chuvosos e 1999, 2002, 2007, 2019 e 2020 considerados anos secos.

A técnica apontou também uma maior concentração das chuvas nos setores (S.1 – Centro-Sul e S.2 – Centro Leste) e menores concentrações pluviométricas nos setores (S.3 - Oeste e S.4 - Sudoeste).

Em relação ao teste de Mann-Kendall e Pettit se mostraram satisfatórias e também demonstraram resultados importantes. No Mann-Kendall, o Setor Climático: S.1 Centro-Sul apresentou tendência linear para o aumento das chuvas em 10 (dez) postos pluviométricos e leve tendência à redução em 03 (três) postos. O Setor Climático: S.2 Centro-Leste apresentou tendência linear para aumento das chuvas em 14 (quatorze) postos pluviométricos e tendência de redução das chuvas em 10 (dez) postos pluviométricos. O Setor Climático: S.3 Oeste apresentou tendência linear para a diminuição das chuvas em 12 (doze) postos pluviométricos e leve tendência ao aumento em 02 (dois) postos e o Setor Climático: S.4 Sudoeste apresentou tendência linear para a diminuição das chuvas em 06 (seis) postos pluviométricos, além de tendência para o aumento das chuvas em 06 (seis) postos. Já em relação ao teste de Pettit apontou algumas rupturas isoladas de postos pluviométricos, mas no geral demonstrou a homogeneidade da série temporal e reforçou a confiabilidade das análises.

Destaca-se que a sazonalidade é uma escala crítica, sendo nesses períodos que se observa as maiores variabilidades pluviais. Essa variabilidade pode impactar não apenas o ciclo hidrológico, mas também afetar diversos setores de atividade econômica e ambiental. No Setor Centro-Sul apresentou indicativos de uma tendência gradual de intensificação dos acumulados anuais de precipitação, contudo, com um aumento da variabilidade mensal. A maior instabilidade nas chuvas pode afetar a agricultura, resultando em safras irregulares e dificuldades na gestão hídrica; No Setor Centro-Leste há uma tendência semelhante à do Centro-Sul, com intensificação dos acumulados anuais na parte sul, enquanto na região centro-norte há uma diminuição das precipitações. De acordo com os resultados, o Setor Oeste é particularmente alarmante, apresentando uma tendência significativa na redução dos acumulados anuais de precipitação, além de agravar a variabilidade pluvial. Os meses secos tendem a ser mais prolongados, o que pode desencadear crises hídricas e impactar diretamente a agropecuária, além de aumentar os riscos de incêndios florestais. Já no Setor

Oeste Semelhante ao Centro-Sul e Centro-Leste, o Sudoeste mostra uma intensificação nos acumulados anuais no sul, enquanto na região centro-norte há uma diminuição das chuvas. As implicações incluem desafios para a agricultura e gestão de recursos hídricos, especialmente em um cenário de demanda crescente.

Ademais, a análise Comparativa da Precipitação em Mato Grosso do Sul entre 1966-1985 (Zavattini, 1990) e 1986-2020 (Schneider, 2025) revela tanto a persistência de padrões gerais de distribuição pluviométrica em Mato Grosso do Sul quanto a ocorrência de mudanças regionais ao longo das décadas analisadas. As alterações observadas em regiões como o Pantanal e o Planalto Divisor, embora necessitem de investigações mais aprofundadas, sublinham a dinâmica do clima e a importância de um monitoramento contínuo para compreender as tendências e seus potenciais impactos no meio ambiente e nas atividades humanas no estado.

Espera-se que este artigo contribua com a compreensão das variabilidades pluviais no estado de Mato Grosso do Sul, seja como um contributo para a Climatologia Geográfica, base teórica da qual esta tese está fundamentada, seja para a meteorologia, que possibilitou por meio de seus dados a compreensão mais ampla e complexa da dinâmica atmosférica regional, e até mesmo para o planejamento ambiental e territorial, que pode se utilizar destes conhecimentos para minimizar os impactos decorrentes das variabilidades pluviométricas.

REFERÊNCIAS

AMADOR, M. C.; SILVA, C. A. O preenchimento de falhas de séries históricas de precipitação: O método de 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. https://doi.org/10.55028/agb-tl.v1i31

DUBREIL, V. FANTE, K. P. PLANCHON, O. Et SANT´ANNA NETO, J. L. Os tipos de climas anuais no Brasil: Uma aplicação da Classificação de Koppen de 1961 a 2015. **OpenEdition Journals Cofins**, 1-21, 2018. http://dx.doi.org/10.4000/confins.15738

GIRARDI. L. H. de O; SILVA , B. C. N. **Quantificação em Geografia** – São Paulo/SP: DIFEL, 1981.

HELSEL, D.R. **Nondetects and Data Analysis. Statistics for Censored Environmental Data**. New York: Wiley, 2005. https://acsess.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.2136/vzj2005.0106br

HIDROWEB, **Séries histórias de estações.** Disponível em: https://www.snirh.gov.br/hidroweb/apresentacao. Acesso em 03 de janeiro de 2022. https://www.snirh.gov.br/hidroweb/

KENDALL, M.G. **Rank Correlation Methods**. 4.ed. Londres: Charles Griffin, 1975.

MANN, H.B. Non-parametric tests against trend. **Econometria**, v. 13, n. 3, p. 245-259, 1945.

MESQUITA, D. A.; FERNANDES, L. L.; ROCHA, G. S.; SILVA, M. N. A.; SILVEIRA, R. N. P. O. Análise de tendência em série temporal, estação pluviométrica São Francisco, Laranjal do Jari – AP. In: Congresso ABES FENASAN 2017, 2017, São Paulo, **Anais**..., São Paulo: ABES, 2017. p. 1-6. https://doi.org/10.30612/rel.v12i24.15138

NOVAIS, G. T. Climas do Brasil: Classificação climática e aplicações. 1. Ed. Porto Alegre, RS: **Totalbooks**, 2023.

NOVAIS, G. T. Os Climas do Brasil: Segundo a classificação climática de Novais. **Revista Brasileira de Climatologia**, Dourados, MS, v. 32, Jan. / Jun. 2023, ISSN 2237-8642. https://doi.org/10.55761/abclima.v32i19.16163

NUNES, A. A.; PINTO, E. J. A.; BAPTISTA, M. B. Detection of trends for extreme events of precipitation in the Metropolitan Region of Belo Horizonte through statistical methods. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 23, n. 9, p. 1-13, 2018. http://dx.doi.org/10.1590/2318-0331.0318170134

PETTITT, A. N. **A non-parametric approach to the changepoint problem**. Applied Statistics, London, v. 28, n. 2,p. 126-135, 1979.

ROOY, M.P.V. A rainfall anomaly index independent of time and space. Notos. **Weather Bureau of South Africa**, v. 14, n. 1965, p. 43-48, 1965.

SALVIANO, M. F.; GROPPO, J. D.; PELLEGRINO, G. Q. Análise de tendências em dados de precipitação e temperatura no Brasil. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 31, n. 1, p. 64-73, 2016. https://doi.org/10.1590/0102-778620150003

SANCHES, F. O.; VERDUM, R.; FISCH, G. O índice de anomalia de chuva (IAC) na avaliação das precipitações anuais em Alegrete/RS (1928-2009). **Caminhos de Geografia**, v. 15, n. 51, p. 73–84, 2014. https://doi.org/10.14393/RCG155126423

SCHNEIDER, H; SILVA, C. A. da. **Modelos e técnicas de análise de sérias históricas de precipitação: Contribuições a partir do recorte têmporo-espacial do estado de Mato Grosso do Sul**. XV Encontro Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Geografia. Tocantins/TO. UFT, 2023. https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/94157

SILVESTRE, M. R. **Técnicas Estatísticas utilizadas em Climatologia Geográfica: Diagnóstico e Propostas**. Tese de Doutorado. Presidente Prudente/SP/.UNESP.2016, 409 p.

SOARES, N. K. de C.; SILVA, C. A. da. **Comparação de Metodologias para preenchimento de faclhas em banco de dados pluviométricos: Média aritmética x Ponderação Regional com**

base em Regressão Linear. XVII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. Campinas/SP. UNICAMP, 2017.

SOARES, N., K., de C. **O regime e a variabilidade das chuvas na porção centro-sul de Mato Grosso do Sul, a expansão da cana-de-açucar e o cenário das mudanças climáticas globais**. Tese de Doutorado. Dourados/MS.UFGD.2018. https://repositorio.ufgd.edu.br/jspui/handle/prefix/1594

SOUZA, W. M.; AZEVEDO, P. V. Avaliação de tendências das temperaturas em Recife-PE: mudanças climáticas ou variabilidade? **Engenharia Ambiental - Espírito Santo do Pinhal**, v. 6, n. 3, p. 462-472, 2009. https://doi.org/10.1590/S1413-41522017142481

WAGESHO, N.; GOEL, N.K.; JAIN, M.K. Investigation of nonstationarity in hydro-climatic variables at Rift Valley lakes basin of Ethiopia. **Journal of Hydrology**, n. 445, p. 113- 133, 2012. https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2012.04.011

WANDERLEY, H. S.; JUSTINO, F. B.; SEDIYAMA, G. C. Tendência da Temperatura e Precipitação na Península Antártica. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 31, n. 2, p. 114-121, 2016. http://dx.doi.org/10.1590/0102-778631220140146

WMO. **Guindace to Meteorological Instruments and Methods of Observation**. World Meteorological Organization N°8, 5th edition, Geneva Switzerland. (1983). https://wmo.int/

ZAVATTINI, J. A. **A Dinâmica Atmosférica e a Distribuição das Chuvas no Mato Grosso do Sul**. São Paulo: USP/FFLCH, Tese (Doutorado), 2009. https://repositorio.usp.br/item/000733080

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Programa de Pós-graduação em Geografia e a Universidade Federal da Grande Dourados pelo suporte acadêmico e incentivo à pesquisa. O segundo autor agradece ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) pela concessão da bolsa produtividade em pesquisa, chamada nº 09/2022.