



Serviço Público Federal
Ministério da Educação
Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Campus de Três Lagoas – CPTL,
Curso de Geografia



ANÁLISE DA VARIABILIDADE ESPAÇO-TEMPORAL DA PRECIPITAÇÃO NO PANTANAL SUL

MONOGRAFIA DE GRADUAÇÃO

Izabely Cristina da Silva Morais

TRÊS LAGOAS

2025

ANÁLISE DA VARIABILIDADE ESPAÇO-TEMPORAL DA PRECIPITAÇÃO NO PANTANAL SUL

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Geografia da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), Campus de Três Lagoas (CPTL), como requisito para obtenção do título de Bacharel em Geografia.

Orientador: Mauro Henrique Soares da Silva

TRÊS LAGOAS

2025

Izabely Cristina da Silva Moraes

**ANÁLISE DA VARIABILIDA ESPAÇO-TEMPORAL DA
PRECIPITAÇÃO NO PANTANAL SUL**

Monografia apresentada à Banca Examinadora em:

19 de novembro de 2025 e foi considerada: Aprovada.

BANCA EXAMINADORA

MAURO HENRIQUE SOARES DA SILVA

Orientador/a

DIEGO DA SILVA BORGES

Membro da banca

FREDERICO DOS SANTOS GRADELA

Membro da banca

Quem ocupa a posições de poder e privilégio se recusou a reconhecer as mudanças climáticas como resultantes de um sistema econômico disfuncional.

(Naomi Oreskes)

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que, de alguma forma, acreditaram em mim e me motivaram a seguir em frente, mesmo quando o cansaço e as dificuldades pareciam maiores do que a vontade de continuar. Este trabalho é fruto não apenas do meu esforço, mas também do apoio e incentivo de cada pessoa que me ajudou a não desistir.

Agradeço, em especial, aos meus pais, Fábio e Marcela e ao meu irmão Jorge Luiz, por todo amor, paciência e apoio incondicional, por compreender minha ausência e falta de tempo em casa durante esse período tão intenso. Este ano marcou um momento de muitas mudanças na minha vida, no qual iniciei minha trajetória profissional como professora de Geografia. Conciliar as aulas com a graduação foi um grande desafio, mas também uma experiência de muito aprendizado.

Aproveito para expressar minha profunda gratidão ao meu namorado Eduardo, o maior incentivador para que eu concluisse esta monografia. Digo com toda sinceridade, se não fosse o apoio, o carinho e a ajuda dele, este trabalho talvez não estivesse finalizado. Ele foi parte essencial na construção desta conquista.

Estendo também meus agradecimentos aos meus amigos, que estiveram presentes nos momentos de cansaço e incerteza, e ao meu orientador Mauro, pela orientação, paciência e por contribuir com seus ensinamentos ao longo dessa pesquisa.

Por fim, agradeço à Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) por me proporcionar conhecimento, crescimento pessoal e acadêmico ao longo desta jornada.

RESUMO

A presente pesquisa tem como objetivo analisar a variabilidade espaço-temporal da precipitação no Pantanal Sul, durante o período de (2000 a 2019), a partir de dados de cinco estações meteorológicas localizadas nessa região. As estações analisadas foram: Porto do Alegre e São Francisco, situadas ao norte; Nhumirim, no centro; e Miranda e Porto Murtinho, ao sul. Os dados anuais de precipitação foram obtidos junto ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e, no caso da estação Porto do Alegre, junto à Agência Nacional de Águas (ANA). Essas informações foram compiladas em planilhas do Excel, e, posteriormente, aplicou-se a técnica estatística de ponderação regional para corrigir falhas existentes nas séries históricas de cada estação. Em seguida, foram analisadas as médias regionais (normais climatológicas) da estação Nhumirim, fornecidas pelo INMET, bem como as médias regionais calculadas a partir da própria série histórica. Por fim, realizou-se uma análise das estações do ano para cada ano e para cada estação meteorológica. Os resultados permitiram compreender e evidenciar uma tendência de ocorrência de anos menos chuvosos no Pantanal Sul-Mato-Grossense, com valores abaixo das médias regionais. Essa tendência indica uma variabilidade significativa da precipitação, principalmente no verão e na primavera, estações que tradicionalmente deveriam apresentar maiores índices pluviométricos. Além disso, a pesquisa demonstrou que a localização das estações meteorológicas exerce forte influência na dinâmica hídrica da região. O setor norte, por exemplo, apresenta maior deficiência hídrica. Ressalta-se que as chuvas são essenciais para a manutenção do bioma pantaneiro, e sua escassez acarreta prejuízos ao equilíbrio do ecossistema local.

Palavras-Chave: Pantanal Sul. Precipitação. Variabilidade climática. Espaço Temporal. Dinâmica hídrica.

ABSTRACT

The present research aims to analyze the spatiotemporal variability of precipitation in the Southern Pantanal during the period from 2000 to 2019, based on data from five meteorological stations located in this region. The stations analyzed were: Porto do Alegre and São Francisco, located in the north; Nhumirim, in the center; and Miranda and Porto Murtinho, in the south. Annual precipitation data were obtained from the National Institute of Meteorology (INMET) and, in the case of the Porto do Alegre station, from the National Water Agency (ANA). These data were compiled in Excel spreadsheets, and subsequently, the statistical technique of regional weighting was applied to correct gaps in the historical series of each station. Next, regional averages (climatological normals) from the Nhumirim station, provided by INMET, as well as regional averages calculated from the historical series itself, were analyzed. Finally, a seasonal analysis was carried out for each year and each meteorological station. The results made it possible to understand and highlight a trend of less rainy years in the Southern Pantanal of Mato Grosso do Sul, with values below regional averages. This trend indicates significant variability in precipitation, mainly during summer and spring seasons that traditionally should present higher rainfall rates. Furthermore, the research demonstrated that the location of meteorological stations exerts a strong influence on the region's hydrological dynamics. The northern sector, for instance, presents greater water deficiency. It is noteworthy that rainfall is essential for the maintenance of the Pantanal biome, and its scarcity causes imbalances in the local ecosystem.

Keywords: Southern Pantanal. Precipitation. Climate variability. Spatiotemporal. Hydrological dynamics.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Delimitação do Pantanal Brasileiro.....	11
Figura 2: Organograma representativo dos principais impactos.....	17
Figura 3: Mapa de Localização das estações meteorológicas no Pantanal Sul	20
Figura 4: Sub-regiões do Pantanal	21

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Distribuição da precipitação anual (1992 à 2021)	16
Gráfico 2: Acumulado de Precipitação Anual das Estações Meteorológicas do Pantanal Sul	28
Gráfico 3: Médias Locais das Estações Meteorológicas do Pantanal Sul	29
Gráfico 4: Acumulado estacional de Porto do Alegre	33
Gráfico 5: Acumulado estacional de São Francisco	36
Gráfico 6: Acumulado estacional de Nhumirim.....	39
Gráfico 7: Acumulado estacional Miranda	42
Gráfico 8: Acumulado estacional Porto Murtinho.....	44

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Informações das estações meteorológicas.....	19
--	----

SUMÁRIO

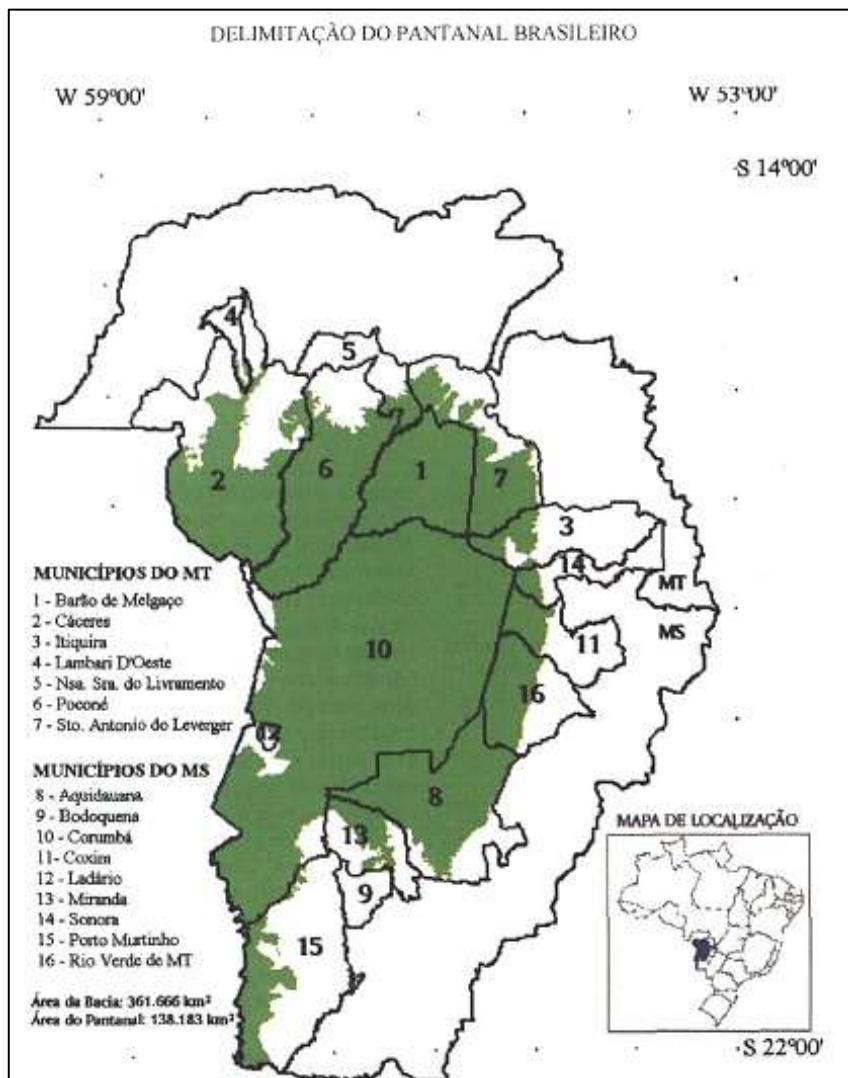
1. INTRODUÇÃO	10
2. OBJETIVOS.....	13
2.1. Geral.....	13
2.2. Específicos	13
3. REFERENCIAL TEÓRICO.....	14
3.1. O Pantanal diante das Mudanças Climáticas	14
4. PROCEDIMENTOS DE PESQUISA.....	18
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	25
5.1. Variabilidade Espaço Temporal da Precipitação no Pantanal Sul	25
5.2. Variabilidade Sazonal da precipitação no Pantanal: As distintas condições de chuvas nas Estações do Ano	31
5.2.1. Estação Meteorológica Porto do Alegre – Corumbá/MS	31
5.2.2. Estação Meteorológica São Francisco – Corumbá/MS	34
5.2.3 Estação Meteorológica Nhumirim – Corumbá/MS	37
5.2.4 Estação Meteorológica Miranda - Miranda/MS	40
5.2.5. Estação Meteorológica Porto Murtinho - Porto Murtinho/MS	43
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	45
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	47

1. INTRODUÇÃO

Segundo Silva e Abdon (2018), o Pantanal está localizado no centro da América do Sul, abrangendo áreas do Brasil, Paraguai e Bolívia. Os autores destacam que a maior parte dessa planície se encontra em território brasileiro, especialmente nos estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, conforme ilustrado na **Figura 1**. De acordo com Braz *et al.* (2020), o Pantanal constitui uma bacia de sedimentação ativa, caracterizada por relevo deprimido e plano. Em razão de sua baixa topografia, grande parte de suas terras fica sazonalmente inundada, sendo a rede de drenagem da região controlada pelo rio Paraguai.

Segundo Gradella (2008), o Pantanal apresenta um clima tropical caracterizado pela alternância de duas estações bem definidas: o verão, marcado por chuvas abundantes, e o inverno, geralmente seco. Conforme ressaltam Cardoso e Marcuzzo (2010), a região registra uma temperatura média anual em torno de 25°C, enquanto a umidade relativa do ar permanece próxima de 82%.

Figura 1: Delimitação do Pantanal Brasileiro



Fonte: Silva e Abdon (1998).

De acordo com Lima (2025), o Pantanal é reconhecido pela UNESCO como Patrimônio Natural da Humanidade e Reserva da Biosfera, devido à sua grande importância ecológica e ambiental. O autor destaca que o bioma abriga uma expressiva diversidade biológica, composta por aproximadamente 3.500 espécies de plantas, 325 espécies de peixes, 53 de anfíbios, 98 de répteis, 656 de aves e 159 de mamíferos. Além disso, Lima destaca que o Pantanal constitui um mosaico diversificado e em constante transformação, formado por diferentes tipos de paisagens naturais. Essas áreas podem permanecer constantemente alagadas, serem inundadas em determinados períodos ou raramente atingidas pelas cheias, dependendo das variações do regime hidrológico e das propriedades do solo.

Lima (2025) ainda destaca que o Pantanal se configura como uma zona de transição e de interconexão entre diferentes biomas. O autor menciona que, segundo instituições como a Fundação SOS Pantanal, dentro desse ecossistema é possível reconhecer a presença e a influência de cinco grandes biomas brasileiros e sul-americanos: o Cerrado, o Chaco, a Amazônia, a Mata Atlântica e o Bosque Seco Chiquitano. Essa diversidade reflete o caráter ecológico híbrido e complexo do Pantanal, resultante da interação entre distintos ambientes naturais.

Segundo Marcuzzo *et al.* (2010), a sazonalidade das inundações no Pantanal está diretamente relacionada ao regime pluviométrico da região, sendo este o principal fator que determina os períodos de cheia e de seca. Dessa forma, compreender as anomalias de precipitação torna-se essencial para entender as variações no comportamento hidrológico do bioma, especialmente nas áreas que permanecem permanentemente alagadas ou sazonalmente secas ao longo do ano.

Seguindo as orientações e contribuições dos autores mencionados, o Pantanal é reconhecido como um mosaico de biomas e paisagens, cuja importância se destaca frente às mudanças climáticas e à intensificação das ações antrópicas na região. Nos últimos anos, o bioma vem enfrentando períodos de seca prolongada, o que evidencia a necessidade de compreender melhor o regime de precipitação em diferentes localidades do Pantanal.

Dessa forma, este trabalho justifica-se pela relevância de analisar a dinâmica entre os períodos de cheia e seca, utilizando dados de cinco estações meteorológicas distribuídas de forma representativa, a fim de contribuir para o entendimento das variações hidrológicas que influenciam diretamente o equilíbrio ambiental do bioma.

2. OBJETIVOS

2.1. Geral

Analisar a variabilidade espacial e temporal da precipitação no Pantanal Sul, com base em séries temporais de vinte anos registradas em estações meteorológicas da região, visando identificar padrões e excepcionalidades climáticas.

2.2. Específicos

- Identificar e organizar séries históricas de precipitação dos últimos 20 anos registradas em estações meteorológicas localizadas em áreas distintas no Pantanal Sul;
- Analisar a dinâmica espacial e os acumulados médios de chuva no período da série histórica, considerando as variações anuais e estacionais, entre as estações selecionadas;
- Identificar padrões, anomalias e indícios de mudanças climáticas na região do Pantanal Sul.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1. O Pantanal diante das Mudanças Climáticas

De acordo com Thunberg (2022), a emissão de gases de efeito estufa, como dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4) e óxido nitroso (N_2O), resultante das atividades humanas, alcançou níveis de concentração na atmosfera jamais observados na história.

No relatório de 2021 do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, na sigla em inglês), 234 importantes cientistas de 66 países concluíram que "a influência humana no aquecimento da atmosfera, dos oceanos e da terra é inequívoca. Já ocorreram mudanças rápidas e generalizadas na atmosfera, nos oceanos, na criosfera e na biosfera. (Thunberg, 2022, S/P)

Oliveira (2013) explicam que o efeito estufa é um processo natural e fundamental para o equilíbrio do planeta, pois mantém a temperatura da Terra em níveis adequados para a existência da vida terrestre. Entretanto, os autores alertam que o aumento excessivo na emissão de gases de efeito estufa (GEE), provocado por ações humanas como a queima de combustíveis fósseis e o desmatamento, intensifica esse fenômeno na qual forma uma camada de poluentes que vai funcionar como um isolante térmico retendo a temperatura provocando o aquecimento global.

Como consequência desse processo, temos as mudanças climáticas, caracterizadas pelos desastres climáticos, como derretimento das camadas polares, aumento do nível do mar, secas, enchentes, tempestades, tornados, tufões, maremotos. Isso tudo pode afetar os ecossistemas, causar a extinção de plantas e animais. (Oliveira, 2013, p.1)

Marengo (2001) aponta que uma das principais consequências das mudanças climáticas relacionadas ao aquecimento global é a alteração no regime de chuvas, afetando tanto a intensidade quanto a frequência das precipitações. O autor ressalta que essas variações podem resultar em períodos secos mais prolongados ou, em contrapartida, em chuvas mais intensas e concentradas, o que aumenta a ocorrência de eventos extremos, como secas severas, enchentes e deslizamentos de terra.

Silva *et al.* (2007) afirmam que a precipitação é um dos elementos meteorológicos mais importantes, pois está relacionada a diversos setores dentro da sociedade. Os autores destacam que o regime pluviométrico influencia diretamente a economia, o meio ambiente, entre outros aspectos. Ressaltam ainda que, no setor agrícola, o conhecimento sobre a dinâmica do solo, da radiação solar e da

precipitação, bem como suas variações ao longo do cultivo, é fundamental para alcançar resultados mais satisfatórios.

Cardoso e Marcuzzo (2010) acrescentam que o Pantanal constitui a maior planície inundável do planeta, onde o processo de alagamento desempenha um papel fundamental na produtividade da pecuária e da pesca, além de atuar como um mecanismo natural de controle das queimadas. A região abriga uma grande diversidade de fauna e flora, e os autores destacam que a sazonalidade das inundações está diretamente associada à dinâmica da precipitação pluviométrica.

García e Castro (2014) reafirmam que o desenvolvimento econômico do Pantanal está diretamente ligado aos recursos naturais da região, sendo o regime hidrológico alimentado principalmente pelas chuvas é de extrema importância para as comunidades locais. Os autores enfatizam que a variação do volume das águas influencia as atividades econômicas, como a agricultura, a pesca e o turismo, evidenciando a dependência das populações pantaneiras em relação ao equilíbrio ambiental da área.

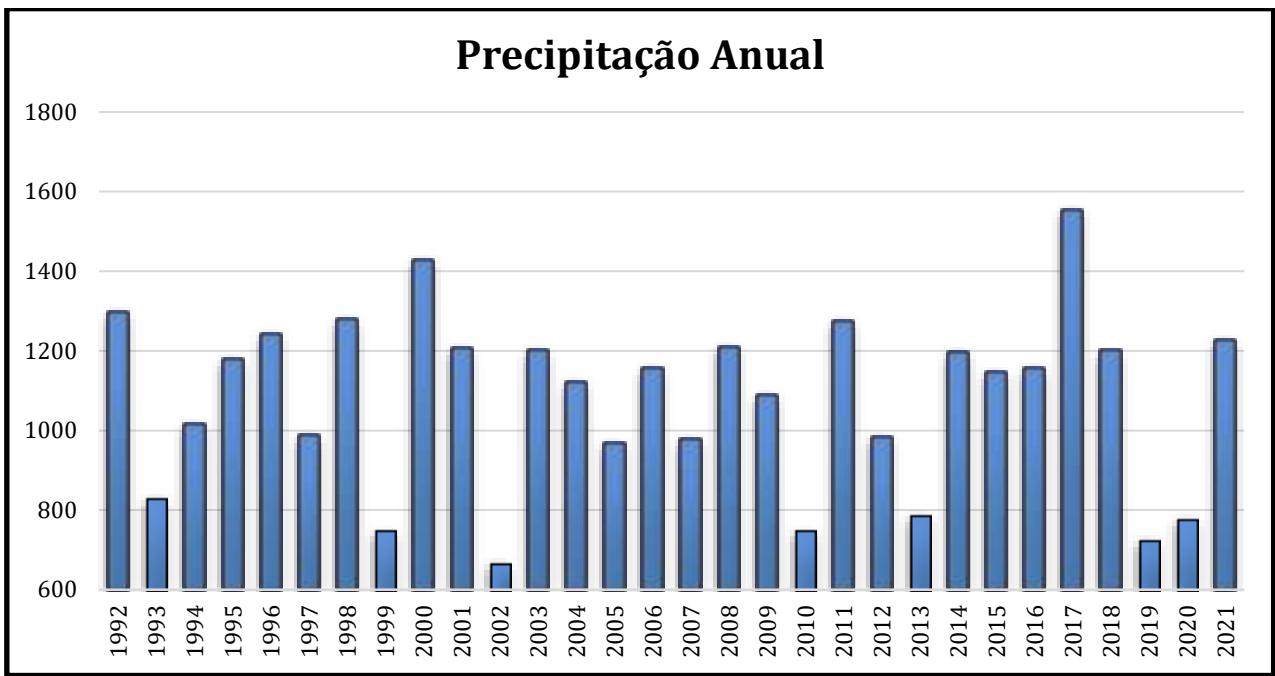
Marcuzzo *et al.* (2010) Alerta que, em razão das mudanças climáticas globais, o bioma tem apresentado variações na duração e na intensidade dos períodos de seca e de chuva, que passam a ocorrer de forma alternada. Já Morengo (2007) aponta que o Pantanal vem apresentando uma tendência de prolongamento dos períodos de seca, com as chuvas tornando-se mais concentradas em determinados momentos e menos intensas ao longo do tempo.

Morais (2023) apresenta uma análise de 30 anos (1992 a 2021) da precipitação no Pantanal, na qual é possível observar a variabilidade das chuvas na região, marcada pela alternância entre períodos secos e chuvosos, conforme evidenciado no Gráfico 1. Em sua análise, a autora destaca que a precipitação não se mantém constante, o que agrava a ocorrência de longos períodos de estiagem e altera o equilíbrio natural do bioma.

Esse cenário de mudanças climáticas no Pantanal e a variabilidade observada na precipitação estão relacionados às atividades econômicas predominantes na região.

As principais atividades econômicas do Pantanal estão baseadas na riqueza de seus recursos naturais: a pecuária de corte, a pesca (profissional e esportiva), a mineração (industrial e individual) e o turismo (em suas várias modalidades) (Moraes, 2008, p.30).

Gráfico 1: Distribuição da precipitação anual (1992 à 2021)



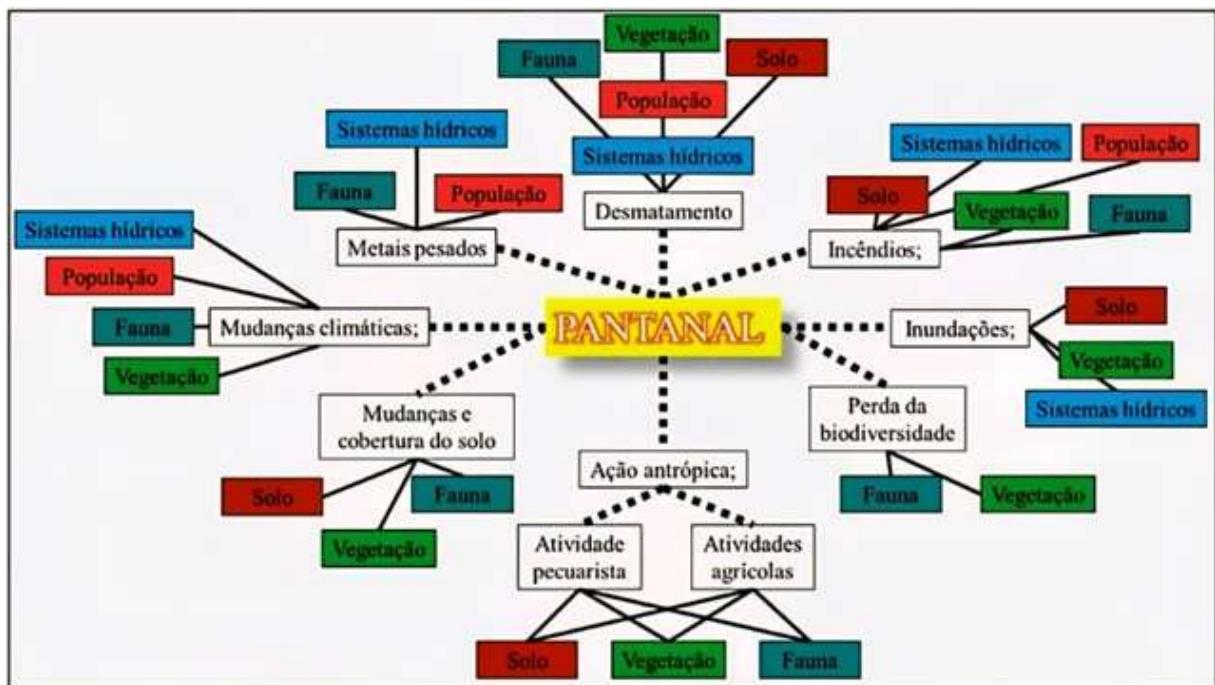
Fonte: Morais (2023).

Santos *et al.* (2002) relatam que a economia da região é predominantemente voltada para a exploração extensiva da pecuária de corte. Já Cardoso *et al.* (2011) destacam que, como alternativa para ampliar a oferta de forragem e aumentar a produtividade da pecuária pantaneira, tem ocorrido o desmatamento para a implantação de pastagens cultivadas. O autor alerta ainda que essa substituição da vegetação nativa provoca a degradação das condições químicas, físicas e biológicas do solo, comprometendo o equilíbrio ambiental e a sustentabilidade do ecossistema pantaneiro. Moreira *et al.* (2021) destaca que, desde a expansão das atividades agropecuárias iniciada na década de 1970, principalmente com a adoção da pecuária extensiva, houve uma intensificação do uso de máquinas e desmatamento para abrir espaço para pastagens. Ainda relata o autor que esse processo contribuiu para o aumento da ocorrência de queimadas na região, além de provocar a redução significativa da vegetação nativa.

Chaves *et al.* (2020) relatam que o maior problema enfrentado atualmente no Pantanal são as queimadas. Morais e Silva (2024) apresentam uma análise referente ao ano de 2020, na qual é possível observar um aumento significativo no número de incêndios na região, acompanhado de uma redução da precipitação. De acordo com os autores, no mês de setembro de 2020 não foram registradas chuvas, enquanto os focos de incêndio chegaram a 2.144. Chaves *et al.* (2020) acrescentam que, após as

queimadas, além da destruição da vegetação e da fauna, há a liberação de gases que contribuem para o efeito estufa e afetam a população local, causando problemas respiratórios. No organograma representado na **Figura 2**, é possível identificar as principais ações antrópicas e seus respectivos impactos ambientais na região.

Figura 2: Organograma representativo dos principais impactos



Fonte: Carneiro *et al.* (2022).

4. PROCEDIMENTOS DE PESQUISA

A primeira etapa desta pesquisa foi a revisão de literatura, pautada no tema “O Pantanal diante das mudanças climáticas”. Nessa fase, foram consultados e analisados diversos estudos que abordam as transformações climáticas e ambientais na região, tendo como base os trabalhos de Thunberg (2022), Morais (2023), Marcuzzo *et al.* (2010), Marengo (2001), Silva *et al.* (2007) e Carneiro *et al.* (2022) possibilitando a construção do referencial teórico.

Na segunda etapa, foram selecionadas estações meteorológicas localizadas no Pantanal Sul, tendo como critérios principais: a) a localização, de modo a configurar a melhor distribuição espacial possível de compreender as distinções dos padrões de chuva no território; b) completude dos dados, priorizando estações com menor número de falhas possível; c) similaridade nas características de altitude, de modo a obter dados de estações em ambientes dentro da planície pantaneira e que permitam também o uso destas, para o preenchimento de possíveis falhas entre elas por meio de regras estatísticas.

Em relação à localização das estações, justifica-se que, conforme salienta Lima (2025), assim como se costuma dizer que existem vários “Brasis” dentro do Brasil, também seria equivocado afirmar que há apenas um Pantanal. Ainda afirma o referido autor que o bioma apresenta uma ampla variedade em seus componentes ecológicos, fitogeográficos, paisagísticos e culturais, não podendo ser considerado uniforme.

O Pantanal pode ser subdividido em 11 diferentes sub-regiões, denominadas “Pantanais”, cada um com características próprias de solo, vegetação e clima: Cáceres, Poconé, Barão de Melgaço, Paraguai, Paiaguás, Nhecolândia, Abobral, Aquidauana, Miranda, Nabileque e Porto Murtinho (Silva; Abdon, 1998 *apud* Lima, 2025, p. 20).

Segundo Silva e Abdon (1998), a divisão das sub-regiões é realizada dentro da área interna da planície pantaneira, utilizando-se, na maioria dos casos, denominações já consagradas tanto pela literatura científica quanto pelo uso popular. Esses nomes, em geral, têm origem nos municípios ou distritos administrativos existentes na região.

Assim, foram selecionadas para essa pesquisa cinco estações meteorológicas: São Francisco, Porto do Alegre e Nhecolândia, localizadas no município de Corumbá (MS), e as estações de Miranda e Porto Murtinho, localizadas nos municípios homônimos. (**Quadro 1**).

Quadro 1: Informações das estações meteorológicas

Nome da estação Meteorológica	Localização	Subdivisão do Pantanal	Altitude	Código da estação	Situação	Fonte
São Francisco (Corumbá/MS)	Lat-18.3939 Long-57.3911	Paraguai	95	1857003	Operando	ANA
Miranda (Miranda/MS)	Lat-20.2408 Long-56.3958	Miranda	141	2056001	Operando	ANA
Nhumirim (Corumbá/MS)	Lat-18.9888.6 Long-56.6227	Nhecolândia	102	83513	Fechada	INMET
Porto do Alegre (Corumbá/MS)	Lat-17.6233 Long-55,965	Paiaguás	101	1756003	Operando	ANA
Porto Murtinho (Porto Murtinho/MS)	Lat-21.7014 Long-57.8917	Porto Murtinho	83	2157004	Sem informação	ANA

Fonte: Organização do Autor (2025).

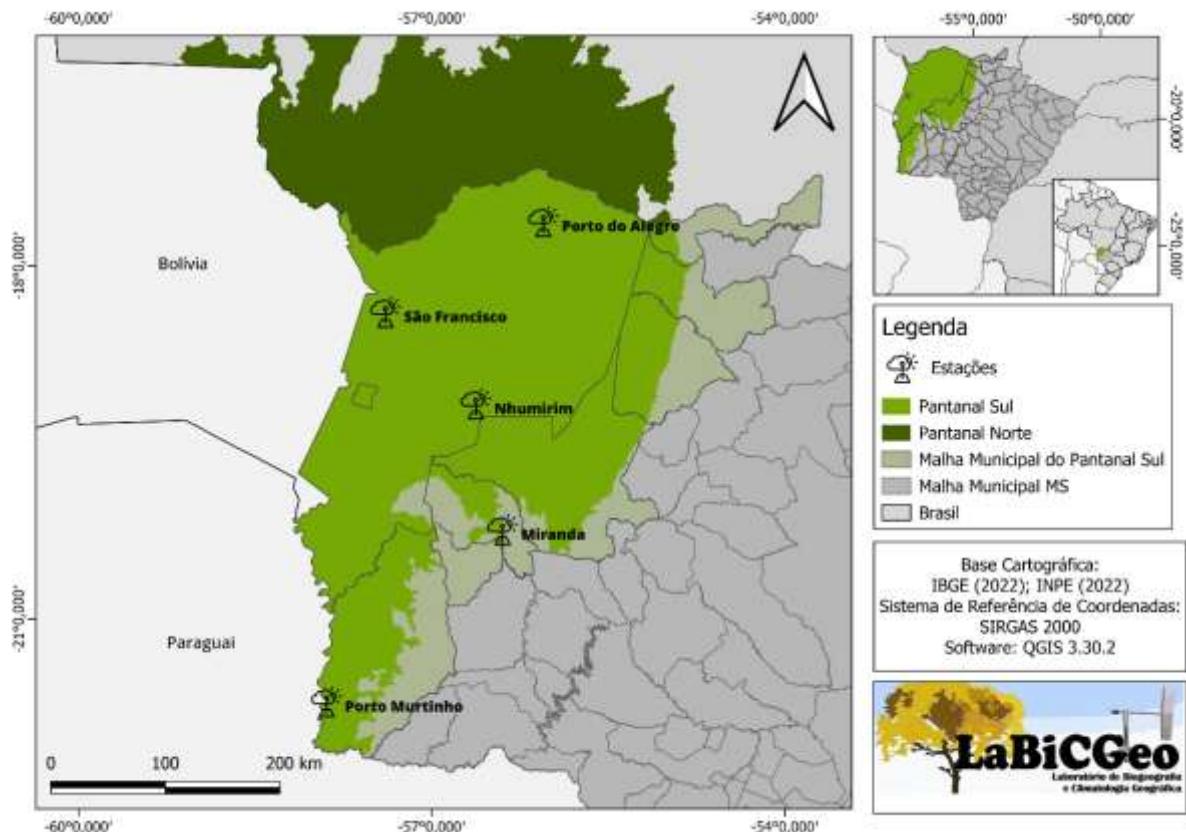
Seguindo ainda as orientações do **Quadro 1**, observa-se que a presente pesquisa utiliza estações meteorológicas que abrangem diferentes sub-regiões do Pantanal. A estação de São Francisco corresponde ao Pantanal do Paraguai; a de Miranda, ao Pantanal de Miranda; a de Nhumirim, ao Pantanal da Nhecolândia; a de Porto Alegre, ao Pantanal do Paiaguás; e a de Porto Murtinho, ao Pantanal de Porto Murtinho.

A São Francisco (Corumbá/MS) está localizada nas coordenadas latitude -18.3939 e longitude -57.3911, com altitude de 95 metros, atualmente em funcionamento sob responsabilidade da Rede Hidrometeorológica Nacional (ANA). A estação Porto Alegre também localizada no Município de Corumbá (MS), está situada na latitude -17.6233 e longitude -55.965, em uma altitude de 101 metros, e operando sob a gestão da ANA. Além dela, outra estação também situada dentro do território municipal de Corumbá é a estação meteorológica Nhumirim, a qual está localizada nas coordenadas latitude -18.9886 e longitude -56.6227, com altitude de 102,27 metros e encontra-se fechada atualmente, mesmo estando sob responsabilidade do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), (**Figura 3**).

Por sua vez, a estação meteorológica de Miranda, está situada entre as coordenadas latitude -20.2408 e longitude -56.3958, em uma altitude de 141 metros,

também em operação e vinculada à ANA. E, por fim, a estação de Porto Murtinho, a qual está localizada entre latitude -21.7014 e longitude -57.8917, com altitude de 83 metros, não possui informações atualizadas sobre seu funcionamento, estando também sob responsabilidade da ANA (**Figura 3**)

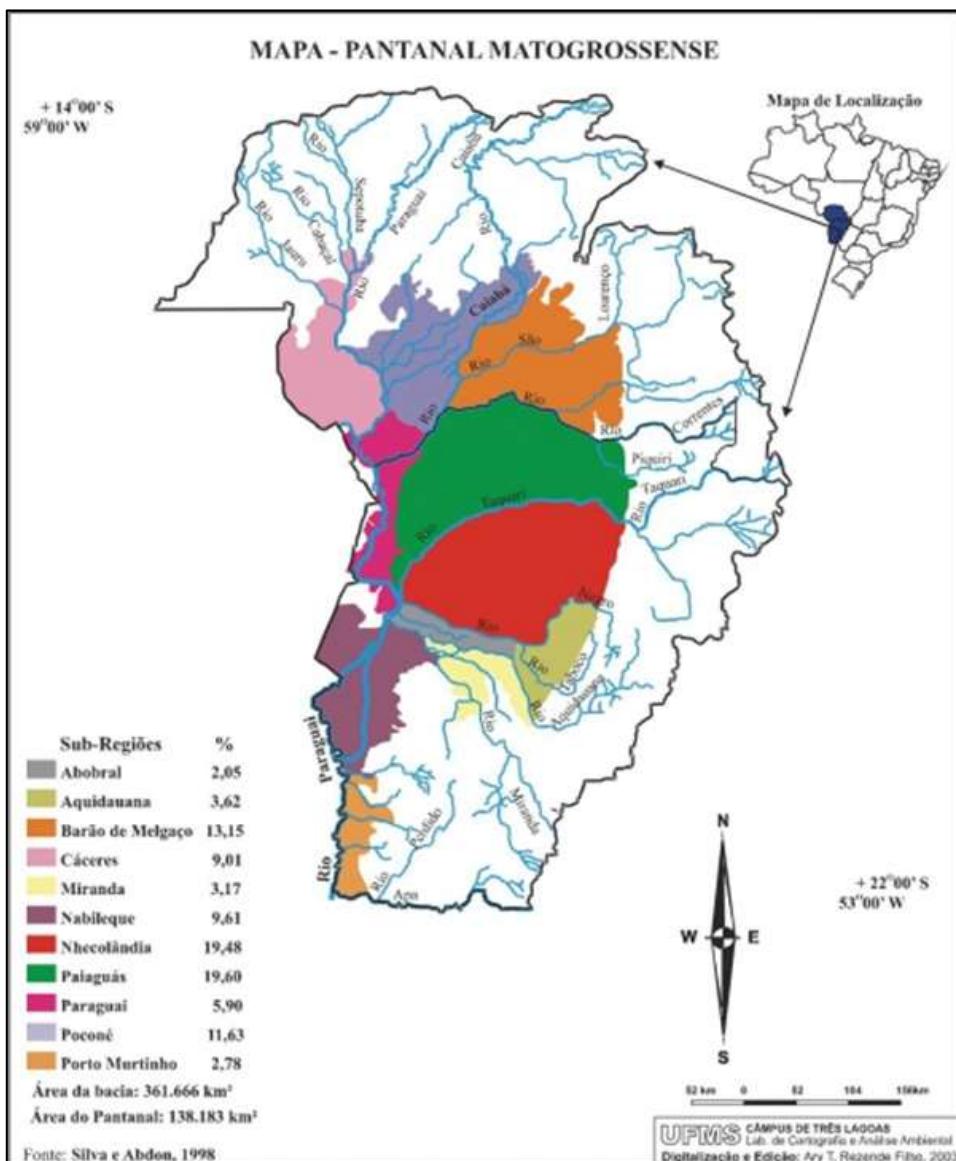
Figura 3: Mapa de Localização das estações meteorológicas no Pantanal Sul



Fonte: Organização de Morais e Costa (2025).

De acordo com Silva e Abdon (1998), o Pantanal é subdividido em sub-regiões, delimitadas com base em características geográficas, hidrológicas e administrativas. A sub-região do Paraguai está localizada na porção oeste do Pantanal, abrangendo áreas dos municípios de Poconé, Corumbá e Ladário. A maior sub-região é a do Paiaguás, com aproximadamente 27.082 km², o que representa cerca de 19,6% da área total do Pantanal, incluindo partes dos municípios de Sonora, Coxim e Corumbá. Em seguida, destaca-se a sub-região da Nhecolândia, que corresponde a cerca de 19,48% do território pantaneiro, também abrangendo áreas dos municípios de Sonora, Coxim e Corumbá. Já as menores sub-regiões são as de Miranda e Porto Murtinho, com 3,17% e 2,7% da área total, respectivamente. (**Figura 4**)

Figura 4: Sub-regiões do Pantanal



Fonte: Silva e Abdon (1998).

Ainda relata os autores que a sub-região de Miranda inclui áreas dos municípios de Aquidauana, Bodoquena e Miranda, enquanto a sub-região de Porto Murtinho está situada inteiramente no município de Porto Murtinho. Essas subdivisões evidenciam a heterogeneidade ambiental e territorial do Pantanal, sendo fundamentais para a compreensão de sua dinâmica ecológica, climática e hidrológica.

Assim, com base nas **Figura 3 e 4**, observa-se que a estratégica metodológica que orientou a segunda etapa dessa pesquisa permitiu selecionar estações meteorológicas que abrangem toda a extensão espacial do Pantanal Sul do Estado

de Mato Grosso do Sul, representando de maneira significativa as diferentes áreas dessa região.

Na terceira etapa, foram selecionados os dados de precipitação para uma série histórica de vinte anos (2000 a 2019). Para cada uma das estações, os dados foram obtidos gratuitamente e de forma online junto ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e à Rede Hidrometeorológica Nacional (ANA), plataformas de acesso livre que permitem a obtenção de informações sobre precipitação.

Após o download, os dados foram organizados em planilhas no software Excel, distribuídos por ano e por mês, com o objetivo de analisar cada ano e identificar possíveis falhas nas estações. Conforme destacado por Marcuzzo *et al.* (2010), a análise das chuvas no Brasil enfrenta grandes desafios devido à limitada disponibilidade de informações, situação que também afeta o Pantanal Mato-grossense

Nesta terceira etapa, com os dados devidamente organizados, foram identificadas falhas nas séries históricas de precipitação. Essas inconsistências foram corrigidas por meio da aplicação estatística do Método de Ponderação Regional.

O procedimento seguiu as recomendações de (Silva *et al.*, 2018, p. 5) e (Tucci, 2002, p. 183), que descrevem o método de ponderação regional conforme a seguinte fórmula: $P_y = \bar{P}_y / 3 * (\bar{P}_{x1} / P_{x1} + \bar{P}_{x2} / P_{x2} + \bar{P}_{x3} / P_{x3})$, onde,

\bar{P}_y : falha a ser preenchida;

\bar{P}_y barra: Precipitação Média da Estação;

P_{x1} , P_{x2} e P_{x3} : Precipitação correspondente ao mês que deseja preencher, nas estações vizinhas 1,2 e 3;

\bar{P}_{x1} , \bar{P}_{x2} e \bar{P}_{x3} (barra): Precipitação Média das estações vizinhas 1,2 e 3;

Dessa forma, a fórmula foi aplicada no software Excel, utilizando a seguinte expressão:

$$P_y = \frac{\bar{P}_y}{3} \times \left(\frac{\bar{P}_{x1}}{P_{x1}} + \frac{\bar{P}_{x2}}{P_{x2}} + \frac{\bar{P}_{x3}}{P_{x3}} + \frac{\bar{P}_{x4}}{P_{x4}} \right)$$

Em seguida, calcularam-se as médias mensais e os totais anuais de precipitação acumulada referentes à série histórica analisada, por meio das fórmulas de média e soma aplicadas no software Excel como demonstra a **figura 5**.

Figura 5: Organização dos dados de precipitação para o preenchimento de fálgas

Ano / Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média Final	Porto do Alegre
2000	141,5	123,6	243,9	54,1	13,2	0	0	91,2	19,6	40,8	164,1	153,3	1045,3	Média de todos os anos
2001	197,8	171,7	172,1	65,3	73,5	5,9	16,1	12,3	127,6	47,7	127,2	176,9	1194,1	nº de meses com dados
2002	157,2	138,9	93,6	8,9	57,3	0	0	23,4	22,4	30,5	53,1	126,1	711,4	soma dos dados
2003	151,2	154,8	232,8	162,5	0	35,8	0	27,5	46,4	109,1	101,2	179,4	1200,7	
2004	64,5	188,3	38	43,2	84,8	15,6	32,9	0	40,5	149,9	201,8	179,7	1067,2	
2005	273,4	49,6	116,5	80,9	8,6	0	17	0	159	85,9	171,4	210,8	1173,1	
2006	150,7	149,7	186,9	161,9	21,6	0	0	40	36,1	153,1	97,5	431,8	1428,3	
2007	344,43	142,019	67,1192	5,4	51,2	10	5	0,5	0	131,5	227,1	171,6	1156,47	
2008	320,051	50,9	141,2	46,9	37,1	3,7	0	70,1	0	71	91,8	240,8	1073,55	
2009	79,3	210	89,8	4	33,3	3,1	48,3	7,2	40	57,7	146,1	271,6	991,4	B9
2010	253,3	124,5	97,3	36	76,7	0	0	0	0	106,6	111	107,4	912,0	C9
2011	145,9	367,4	217,2	117,7	40	31	0	0	47	48,5	62,1	53	1129,8	D9
2012	182,9	18,5	113	100,7	105,2	71,7	0	0	86,9	55,9	143	121,8	999,6	B10
2013	106,7	150,5	92,8	53,1	6	40	0	0	20,3	58,1	27,5	185,9	734,4	B16
2014	66,1543	199,1	123,2	158	166,5	11	74,8	3	1,5	37	134	178,6	1086,7	
2015	234,9	226,8	129,5	62,4	90,9	0	25,1	0,1	91,3	56,8	118,5	34,1	1070,4	
2016	326,9	115,6	199,6	103	0	14,8	2	63	19,2	52,6	261,7	90	1248,2	
2017	113,1	247,6	96,5	78,8	48,1	0	0	39,5	13,5	52	295,6	178,9	1163,9	
2018	213,9	281,4	153	38,2	49,6	25,3	0	4,2	32,1	92,8	153,8	135,1	1179,2	
2019	53,6	127,3	110,5	73,8	98,8	0	0	8	10,7	15,3	90,3	85,3	673,6	
Média Mensal	3596,94	3239,82	2715,52	1454,8	1056,4	267,7	222,2	390	819,1	1452,6	2778,1	3312,1	21306,27279	

Fonte: Organização do Autor (2025).

Na quarta etapa, com os dados das médias anuais, foram gerados gráficos no software Excel, com o objetivo de proporcionar uma visualização mais clara dos resultados. Após a elaboração dos gráficos, as médias anuais das estações foram comparadas ao longo de vinte anos com as normais climatológicas para o período de 1991–2020, estabelecida para a estação meteorológica Nhumirim, sendo que esta Normal Meteorológica foi aqui considerada ponto base regional de comparação de mudanças climáticas para as outras estações, por estar localizada no centro do Pantanal Sul Mato Grossense, e além disso, o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), não apresenta Normais Climatológicas para as demais estações selecionadas para esta pesquisa.

Contudo, além de estabelecer um ponto de referência regional para fins comparativos entre as estações, esta análise também considerou a comparação entre os dados de precipitação acumulada regional e a média geral, bem como as médias locais. Para essas médias locais, foram somados os acumulados de todos os meses e de todos os anos, permitindo a comparação com a média da série histórica de chuvas correspondente a cada estação analisada.

Na última etapa, para as análises da variabilidade sazonal com base em períodos estacionais, os dados de precipitação foram reorganizados no software Excel de acordo com as estações do ano: verão, correspondendo aos meses de janeiro, fevereiro e março; outono, aos meses de abril, maio e junho; inverno, aos meses de julho, agosto e setembro; e primavera, aos meses de outubro, novembro e dezembro.

Após essa organização, foram também calculadas as médias sazonais de cada estação para cada ano (2000 a 2019) em cada estação meteorológica, e em seguida gerados os gráficos correspondentes. As médias obtidas nos gráficos foram então comparadas com as médias disponíveis no site *Climate Data*¹no período de (1991-2021), considerando as estações do ano de acordo com cada município correspondente às estações meteorológicas: Corumbá, Miranda e Porto Murtinho.

¹O portal Climate-Data.org informa que seus dados climáticos são produzidos a partir das bases do ECMWF, com resolução entre 0,1 e 0,25 grau e séries históricas de 1991 a 2021, além do período de 1999 a 2019 especificamente para horas de sol, sendo atualizados de forma periódica. Os gráficos e tabelas disponibilizados utilizam informações do Copernicus Climate Change Service e seguem a licença CC BY-NC 4.0. Já as informações de localização das cidades provêm do OpenStreetMap, distribuídas sob a licença ODbL, enquanto as imagens de mosaico empregam a licença CC BY-SA 2.0. Segundo o site, esses dados não sofrem alterações e são atualizados regularmente- <https://pt.climate-data.org/info/sources/>

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1. Variabilidade Espaço Temporal da Precipitação no Pantanal Sul

Na estação meteorológica de Porto Alegre **Gráfico 2**, localizada na região norte do Pantanal Sul e dentro do Pantanal do Paiaguás, é possível observar uma significativa variabilidade na precipitação ao longo da série histórica analisada.

Ao realizar a comparação dos acumulados anuais com as normais climatológicas regionais (1991–2020) da estação de Nhumirim, que apresenta média anual de 1.085,2 mm, segundo dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), observa-se que 50% dos valores estão acima da normal climatológica e 50% estão abaixo. No entanto os anos finais da série história apresentaram uma suave queda nos índices de precipitação o que configura para essa localidade ocorre uma sensível diminuição das chuvas.

Já a estação meteorológica de São Francisco² **Gráfico 2**, localizada em Corumbá – MS também ao norte do Pantanal Sul no Pantanal do Paraguai, apresentou dados que evidenciam a expressiva variabilidade interanual da precipitação, com períodos de volumes significativamente reduzidos e outros de maior intensidade, refletindo oscilações marcantes no regime pluviométrico da região, tais como os anos de 2001 a 2005 e a partir de 2008 com acumulados de chuva inferiores a 850mm, sendo que os anos de 2012 e 2013 apresentaram acumulado de respectivamente 32,2 e 57,7, muito abaixo do esperado considerando a média regional cuja normal climatológica é de 1.085,2 mm.

A partir da análise da série histórica de vinte anos, verificou-se que cerca de 80% dos anos apresentaram níveis de precipitação abaixo da média regional, enquanto apenas 20% registraram valores acima do esperado. Esses resultados evidenciam que, em comparação com as médias regionais, os índices de precipitação na estação analisada se mantêm significativamente baixos, o que pode indicar anomalias pluviométricas ou possíveis falhas nos registros meteorológicos.

Seguindo a análise para a estação meteorológica de Nhumirim (**Gráfico 2**), localizada na região central do Pantanal Sul, dentro do Pantanal da Nhecolândia,

² Em relação à estação São Francisco, cabe ressaltar que possivelmente há uma falha nos dados da estação, pois os valores apresentados estão muito abaixo das médias regionais e locais do Pantanal Sul. Contudo, trata-se de dados consistidos obtidos diretamente da Agência Nacional de Águas – ANA.

quando comparado os dados de variabilidade do acumulado anual de precipitação à normal climatológica regional (1991–2020) da estação de Nhumirim, que é de 1.085,2 mm, observa-se que aproximadamente 60% dos anos apresentaram precipitação acima desse valor, enquanto 40% ficaram abaixo. Esses resultados revelam que, considerando a Normal Climatológica regional estabelecida nessa pesquisa, a estação meteorológica localizada na área central do Pantanal Sul revela uma leve tendência de aumento de precipitação, principalmente ao apresentar uma sequência de cinco anos sequenciais acima da média regional a partir de 2014, sendo que em 2017 configura o maior acumulado de chuva da série histórica.

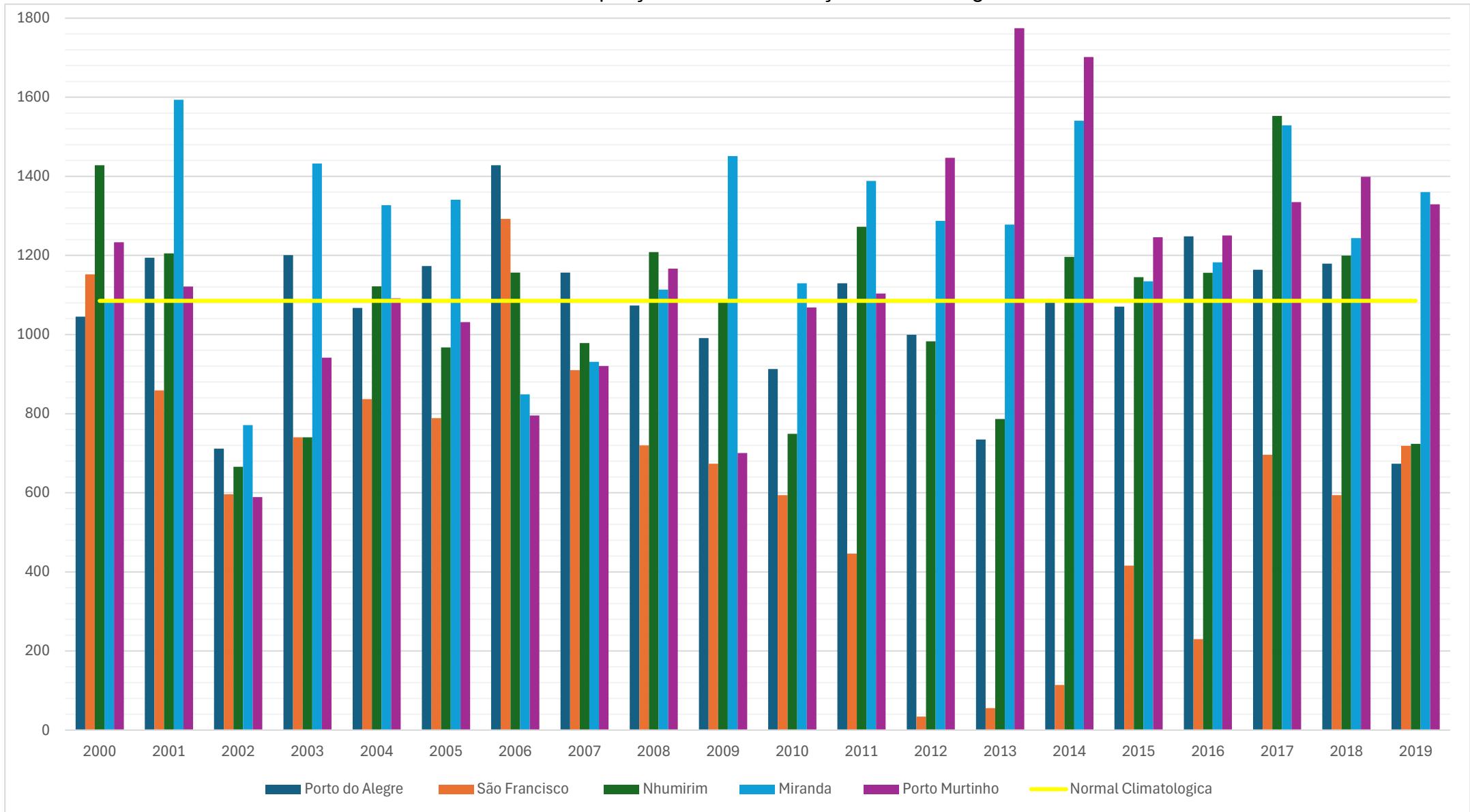
Já na estação meteorológica de Miranda (**Gráfico 2**), localizada no sul do Pantanal Sul, dentro da sub-região do Pantanal de Miranda, verifica-se que os valores de precipitação estão acima do esperado quando comparados à normal climatológica (1991–2020) da estação de Nhumirim, que é de 1.085,2 mm. Assim, aproximadamente 70% dos anos analisados na estação de Miranda apresentaram precipitação acima da média climatológica, enquanto 30% registraram valores abaixo do esperado. Cabe ressaltar que a evidência de uma mudança climática pautada no aumento da precipitação se configura no sentido de que a partir de 2008 todos os anos apresentaram acumulado anual de chuvas acima da média regional, sendo que, com exceção dos anos de 2008, 2010 e 2016, todos os demais após 2008 apresentaram acumulo de precipitação anual superior a 1.250mn, com picos de 1.540mn em 2014 e 1.529mn em 2017.

Por sua vez, a estação meteorológica de Porto Murtinho (Gráfico 2), localizada ao sul do Pantanal Sul, dentro da sub-região do Pantanal de Porto Murtinho, apresenta dados, os quais revelam que cerca de 65% dos anos da série histórica apresentaram precipitação acima da média histórica regional estabelecida para essa pesquisa (1.085,2 mm), enquanto aproximadamente 35% ficaram abaixo, indicando uma predominância de anos mais úmidos na região de Porto Murtinho ao longo das duas décadas analisadas. Essa estação apresenta o maior indicativo de mudança climática com aumento dos índices de acumulado anual de chuvas, principalmente porque após o ano de 2009, os acumulados de chuvas foram sequencialmente acima da média regional, e inclusive com picos acima de 1.700mn em 2013 e 2014.

A análise das estações meteorológicas de Miranda e Porto Murtinho, localizadas no sul do Pantanal Sul, evidencia um comportamento pluviométrico marcado por variações significativas ao longo do período de 2000 a 2019, os

resultados indicam que o sul do Pantanal tende a apresentar condições pluviométricas favoráveis, com chuvas regulares e acima da média climatológica.

Gráfico 2: Acumulado de Precipitação Anual das Estações Meteorológicas do Pantanal Sul



. Fonte: ANA e INMET. Organização do Autor (2025).

Em um outra estratégia de análise das mudanças climáticas no Pantanal Sul, os dados das estações foram interpretados tendo como base de mudanças a média do acumulado anual, da série histórica de cada estação meteorológica. Assim, no caso dos dados da Estação Meteorológica Porto do Alegre, quando comparados à média histórica local (média do acumulado anual entre 2000 a 2019, que foi de 1.062 mm, **Gráfico 3**), nota-se que 65% dos valores estão acima da média local e 35% abaixo. Assim, é possível observar que existe uma variabilidade na precipitação nessa estação; contudo, percebe-se que as variações de mudanças climáticas dos totais anuais de chuva com base na média local, se mantêm próximos às dinâmicas evidenciadas com as médias regionais.

Já em as dinâmicas da estação meteorológica São Francisco, também na região norte, ao ter sua variabilidade da série histórica comparada com a média do acumulado anual local, 623,3 mm **Gráfico 3**, revela que aproximadamente 45% dos anos estão abaixo da média, e 55% acima, porém com exceção do ano de 2002, todos demais anos que apresentaram precipitação abaixo da média histórica local estão na segunda metade da série histórica, evidenciando uma marcante dinâmica de diminuição dos índices de precipitação nos últimos anos.

Na comparação entre as estações Porto do Alegre e São Francisco, ambas localizadas na porção norte do Pantanal Sul, é possível observar uma diferença significativa entre elas, pois, apesar de estarem inseridas na mesma região geográfica, situam-se em sub-regiões distintas do Pantanal, Paiaguás e Paraguai . De acordo com Mioto et al. (2012), apesar de a planície pantaneira compartilhar uma origem regional semelhante, marcada pelos processos de inundação, ela se diferencia internamente em diversas subunidades. Ainda relata o autor que essas subdivisões permitem reconhecer distintos “Pantanais” dentro do território brasileiro, cada um com aspectos naturais próprios, definidos por variações na vegetação, na umidade e nos mecanismos de deposição e acúmulo de sedimentos.

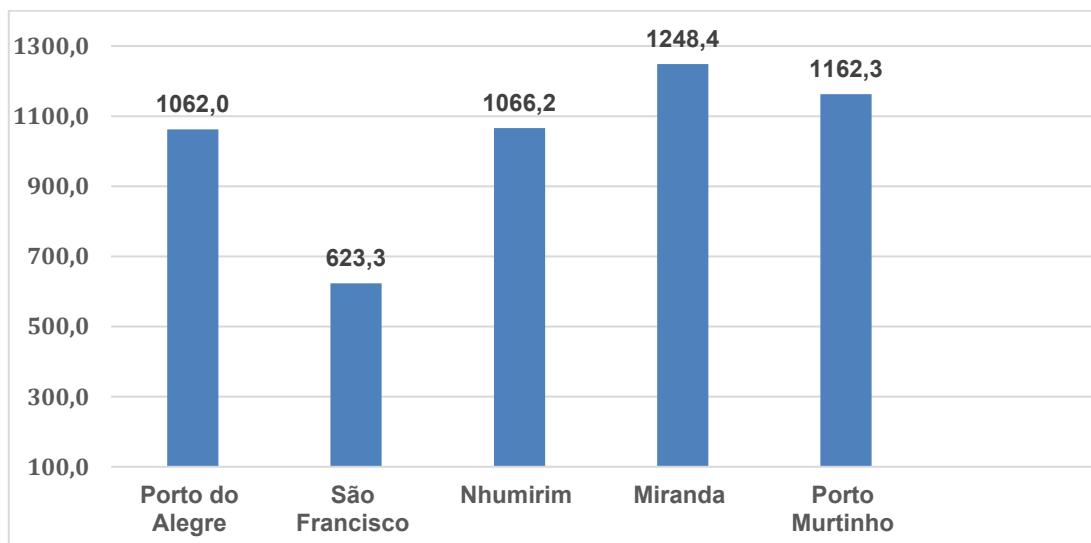
No caso do centro do Pantanal Sul, na estação meteorológica Nhumirim, de forma semelhante, ao se considerar a média local de 1.066,2 mm (Gráfico 3), verifica-se que cerca de 60% dos anos registraram valores superiores à média local, e 40% apresentaram totais inferiores, evidenciando uma tendência geral de predominância de anos mais úmidos, para essa área, inclusive apresentando entre os anos de 2014 e 2018 uma sequência de anos com acumulado de precipitação acima da média local, com pico em 2015.

Rodela e Neto (2007) trazem informações que o pantanal da Nhecolândia é Localizada entre os rios Taquari e Negro. Suas inundações, influenciadas pelo relevo plano, solos arenosos e variações climáticas, controlam a distribuição da vegetação local. Os autores também destacam que, ao analisar o período de 1977 a 2005, a região apresentou uma média anual de precipitação de 1.151,5 mm. Nesse intervalo, observou-se uma distribuição relativamente uniforme das chuvas ao longo dos anos.

Analizando a região Sul do Pantanal Sul, com base nos dados da Estação meteorológica de Miranda, quando comparados à média local de 1.248,4 mm (**Gráfico 3**), observa-se que 55% dos anos apresentaram valores acima da média, enquanto 45% ficaram abaixo, porém a quantidade de anos com acumulado de chuvas acima das médias é inferior quando comparado às médias regionais, evidenciando que apesar de apresentar indicativo de aumento de precipitação em relação às médias regionais, possui dinâmica menos expressiva comparando à dinâmica das chuvas locais. Mesmo assim, é evidenciado a importância da estação de Miranda na manutenção do balanço hídrico do Pantanal Sul.

Ainda na região Sul, a estação meteorológica de Porto Murtinho, por sua vez, ao comparar com a média local de 1.162,3 mm (Gráfico 3), verifica-se uma distribuição equilibrada dos índices pluviométricos, com 50% dos anos acima e 50% abaixo dessa média. Esse comportamento demonstra certa estabilidade no regime de chuvas da estação, embora com ocorrência de eventos extremos de alta precipitação em alguns anos, como 2013 e 2014, que registraram os maiores acumulados da série.

Gráfico 3: Médias Locais das Estações Meteorológicas do Pantanal Sul



Fonte: ANA e INMET. Organização do Autor (2025).

5.2. Variabilidade Sazonal da precipitação no Pantanal: As distintas condições de chuvas nas Estações do Ano.

5.2.1. Estação Meteorológica Porto do Alegre – Corumbá/MS

No (**Gráfico 4**), observa-se uma variabilidade significativa nos valores de precipitação ao longo dos anos da série histórica, evidenciando oscilações no regime pluviométrico durante o verão. O menor volume de chuva foi registrado em 2019, com apenas 97,1 mm, caracterizando um período de seca atípica para essa estação, que normalmente é a mais chuvosa do ano. Já o maior acumulado ocorreu em 2011, totalizando 243,5 mm, destacando-se como um ano de maior intensidade pluviométrica em comparação aos demais.

Os demais anos apresentam valores intermediários entre esses extremos, porém muito abaixo da média climatológica esperada para o verão. De acordo com os dados do Climate Data (1991–2021) para Corumbá, a média histórica de precipitação nessa estação é de aproximadamente 498 mm, o que evidencia uma redução expressiva no volume de chuvas ao longo do período analisado. Esse comportamento sugere uma tendência de diminuição da precipitação no verão. Na qual Hubert e Mendonça (2004) afirma que o tipo de tempo que predomina no verão do Pantanal é quente e chuvoso, devido a influência da Massa de ar e Equatorial continental (MEc).

No outono, é possível observar níveis de precipitação mais baixos, O menor acumulado de chuva foi registrado em 2009 (13,5 mm), enquanto o maior volume ocorreu em 2014 (111,8 mm). Os demais anos apresentam valores intermediários entre esses extremos.

Segundo os dados do Climate Data (1991–2021) para Corumbá, a média histórica de precipitação no outono é de aproximadamente 168 mm. Embora alguns anos apresentem valores próximos da média esperada, de forma geral, os índices pluviométricos permanecem relativamente baixos, o que pode indicar uma tendência de redução das chuvas nesse período.

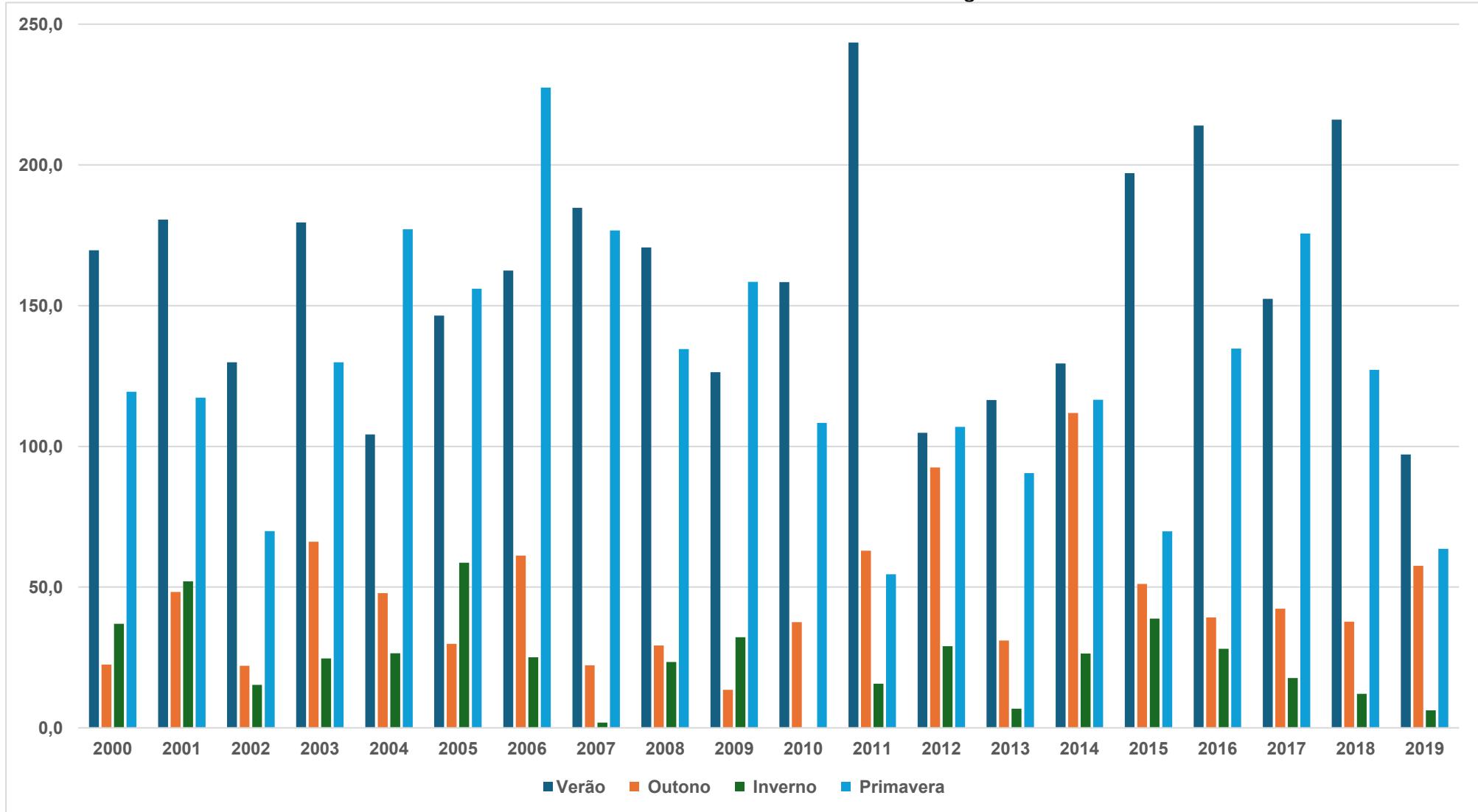
No inverno, observa-se que os valores registrados estão próximos à média histórica de 74 mm, conforme dados do Climate Data (1991–2021). Na série analisada, o ano mais chuvoso foi 2005, com 58,7 mm, enquanto o menor índice foi observado em 2007, com apenas 1,8 mm. De modo geral, essa estação caracteriza-se por baixa pluviosidade, resultado da redução da umidade atmosférica e de condições típicas do período seco na região. Na qual Hubert e Mendonça (2004) vai

afirmar que o inverno tem de ser mais seco devido a influência da Massa Polar Atlântica (Mpa) chegando quase totalmente desprovida de umidade.

Na primavera, os índices de precipitação encontram-se bem abaixo da média climatológica quando comparados à estação de Corumbá, cuja média histórica, segundo o Climate Data (1991–2021), é de aproximadamente 435 mm. O maior acumulado foi registrado em 2006 (227 mm), enquanto o menor valor ocorreu em 2019 (64 mm). Dessa forma, observa-se grande variabilidade interanual, com os demais valores distribuindo-se entre esses extremos, o que reflete o comportamento irregular das chuvas durante essa estação de transição entre o período seco e o chuvoso. Oliveira (2004) relata que o período chuvoso, compreendido entre novembro e março, concentra a maior parte das precipitações, correspondendo a aproximadamente 68% do total médio anual. Em contrapartida, entre junho e agosto, predomina a estiagem, quando ocorre apenas cerca de 7% do volume total de chuvas do ano.

Assim, conclui-se que o verão e a primavera apresentam oscilações marcantes no regime de chuvas, evidenciando uma tendência para anos mais secos ao longo do período analisado. Essa variação pode estar relacionada a alterações nos padrões climáticos regionais. Segundo Oliveira (2004), os meses de setembro a novembro correspondem a uma fase intermediária entre o período seco e o chuvoso, quando as primeiras precipitações começam a ocorrer de forma esporádica, marcando o início da retomada da umidade na região. A partir de dezembro, esse quadro se intensifica, com chuvas mais frequentes e volumosas, que promovem o alagamento das planícies e a formação de lâminas d'água que se mantêm até fevereiro.

Gráfico 4: Acumulado estacional de Porto do Alegre



Fonte: ANA e INMET. Organização do Autor (2025).

5.2.2. Estação Meteorológica São Francisco – Corumbá/MS

Conforme apresentado no **Gráfico 5**, observa-se uma variabilidade no regime de precipitação ao longo da série analisada. No período de 2000 a 2009, os valores de precipitação variaram entre 92,7 mm e 164,8 mm, sendo registrado em 2003, ano que apresentou o maior acumulado médio de chuvas no verão. Entretanto, a partir de 2010, nota-se uma redução nos índices pluviométricos, indicando uma condição crítica para o período de verão, que normalmente se caracteriza por altos volumes de precipitação na região. Entre os anos de 2012 e 2014, por exemplo, os registros foram extremamente baixos, com 7,1 mm em 2012, o menor valor da série, 9,5 mm em 2013 e 8,7 mm em 2014.

Quando comparados à média climática de referência do Climate Data (1991–2021), que indica aproximadamente 498 mm como valor esperado para o verão na estação de Corumbá, percebe-se uma anomalia significativa, pode estar relacionada a falhas na coleta ou somatória dos dados meteorológicos, ou ainda a uma redução expressiva do regime de chuvas nesse período. Nos anos subsequentes, de 2015 a 2019, observa-se uma recuperação, com valores entre 43,3 mm e 79,5 mm, embora ainda muito inferiores à média climática esperada. Esse comportamento reforça a hipótese de uma tendência de diminuição da precipitação no Pantanal Sul-Mato-Grossense, especialmente durante a estação chuvosa, o que pode estar associado às mudanças climáticas globais.

No outono, observa-se que os valores de precipitação apresentam acumulados mais baixos, os índices variaram de 1,3 mm em 2012 o menor valor registrado na série a 90,8 mm em 2006, que representa o maior acumulado do período. Esses resultados evidenciam uma baixa pluviosidade refletindo o início do período de redução das chuvas no Pantanal Sul-Mato-Grossense.

Ao comparar esses dados com a média climática de referência do Climate Data (1991–2021), que indica cerca de 168 mm como valor esperado para o outono, constata-se que a maior parte dos anos analisados apresenta índices bem inferiores à média, reforçando uma tendência de déficit hídrico na região.

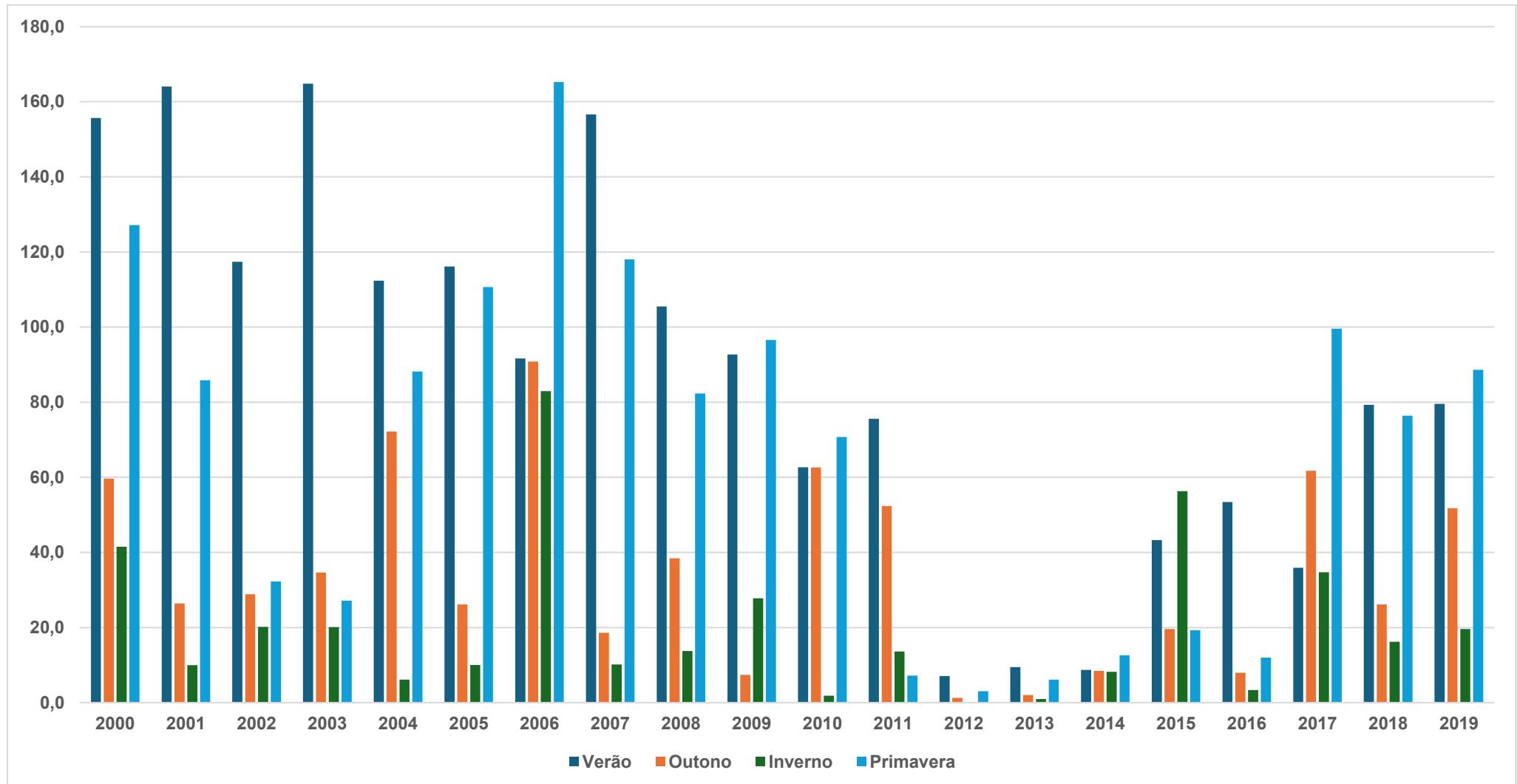
Seguindo para o inverno, observa-se uma alternância significativa nos valores de precipitação ao longo da série histórica. Os registros variaram de 0,0 mm em 2012, representando o menor valor da série, até 83,0 mm em 2006, ano que apresentou o maior acumulado pluviométrico do período.

De modo geral, os valores observados encontram-se próximos à média climática de referência fornecida pelo Climate Data (1991–2021), que indica aproximadamente 74 mm como média esperada para o inverno na estação de Corumbá. Essa proximidade sugere que, apesar das oscilações interanuais, o comportamento pluviométrico dessa estação tende a manter-se dentro dos padrões, caracterizando o inverno como um período de baixa pluviosidade, típico do clima tropical da região pantaneira.

Já na primavera, observa-se que os índices de precipitação apresentam valores mais elevados em comparação com as demais estações do ano analisadas. Durante o período avaliado, os acumulados variaram de 3,1 mm em 2012, que representa o menor valor registrado, até 165,3 mm em 2006, considerado o maior volume de chuvas do período. Nos demais anos, os valores mantêm-se entre esses extremos, evidenciando uma variação significativa no comportamento pluviométrico da estação.

Quando comparados à média climática de referência do Climate Data (1991–2021), que indica cerca de 435 mm como valor esperado para a primavera, nota-se que os totais observados são inferiores à média. Isso demonstra uma redução expressiva no volume de chuvas durante a estação que marca a transição para o período úmido no Pantanal Sul-Mato-Grossense.

Gráfico 5: Acumulado estacional de São Francisco



Fonte: ANA e INMET. Organização do Autor (2025).

5.2.3 Estação Meteorológica Nhumirim – Corumbá/MS

Na estação meteorológica de Nhumirim, conforme ilustrado no **Gráfico 6**, observa-se que os níveis de precipitação apresentam variações significativas, os valores acumulados ainda abaixo da média. O menor registro ocorreu em 2013, com 98 mm, enquanto o maior acumulado foi observado em 2011, atingindo 265,7 mm.

Quando comparados à média climática de referência do Climate Data (1991–2021) de Corumbá, que indica aproximadamente 498 mm para o período considerado, verifica-se que os valores registrados estão inferiores ao esperado, evidenciando uma redução no volume de chuvas nesta estação. Esses resultados apresentam flutuações anuais, da precipitação em Nhumirim apresenta uma tendência de déficit pluviométrico.

Seguindo para o outono, conforme registrado no, observa-se que os valores de precipitação na estação de Nhumirim apresentam comportamento semelhante às estações de São Francisco, mantendo-se relativamente próximos à média climática de referência. De acordo com o Climate Data (1991–2021) de Corumbá, a média esperada para o outono que indica cerca de 168 mm.

Durante o período analisado, o maior acumulado foi registrado em 2014, com 121,4 mm, enquanto o menor valor ocorreu em 2009, totalizando 22,5 mm. Assim, alguns anos apresentaram acumulados próximos à média, evidenciando variações interanuais significativas, mas, de modo geral, o comportamento da precipitação durante o outono, mantém-se mais estável em comparação com as estações chuvosas, como verão e primavera.

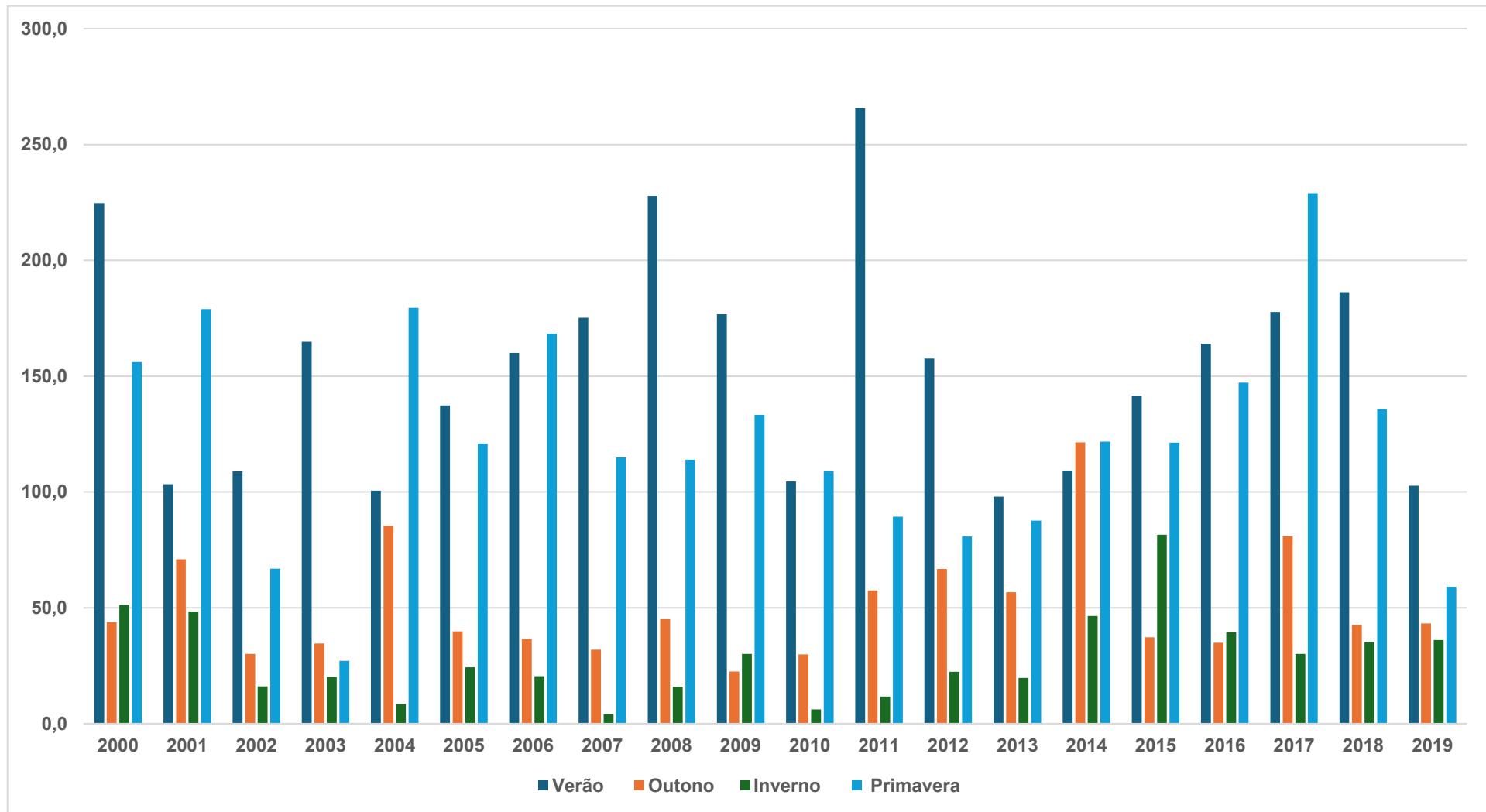
No inverno, conforme observado, nota-se uma tendência de diminuição da precipitação, característica típica dessa estação do ano. O menor acumulado registrado ocorreu em 2010, com 6,2 mm, enquanto o maior valor foi observado em 2015, totalizando 81,5 mm.

Ao comparar esses dados com a média climática de referência do Climate Data (1991–2021), que indica aproximadamente 74 mm para o inverno em Nhumirim, percebe-se que os valores registrados se aproximam da média ou até superior, apesar das variações interanuais. Essa constância relativa evidencia que, mesmo com oscilações significativas entre anos, o inverno mantém seu padrão de baixa pluviosidade, condizente com as características sazonais do Pantanal Sul-Mato-Grossense.

Já no Gráfico 17, é possível observar o comportamento da primavera, a qual apresenta níveis de precipitação mais baixos em relação à média do Climate Data (1991–2021), que indica aproximadamente 435 mm. Dessa forma, nota-se que os valores registrados na série analisada permanecem muito abaixo da média climatológica. A primavera é caracterizada por ser um período de transição entre a estação seca e a chuvosa, momento em que as chuvas começam a se intensificar gradualmente. O maior acumulado de precipitação foi observado em 2014, com 229 mm, enquanto o menor valor ocorreu em 2003, totalizando 27,1 mm.

Sendo assim, ao observar o comportamento das estações do ano na estação meteorológica de Nhumirim, é possível identificar uma variabilidade significativa nos índices de precipitação, especialmente entre o verão e a primavera. Conforme destacado nas análises anteriores, essas estações, que correspondem ao período chuvoso, apresentam uma tendência de redução nos volumes de chuva, com valores inferiores às médias climáticas de referência.

Gráfico 6: Acumulado estacional de Nhumirim



Fonte: ANA e INMET. Organização do Autor (2025).

5.2.4 Estação Meteorológica Miranda - Miranda/MS

Na estação meteorológica de Miranda, conforme ilustrado no **Gráfico 7**, observa-se que os níveis de precipitação se mantêm relativamente elevados quando comparados aos registrados na estação de São Francisco. Entretanto, mesmo apresentando maiores acumulados, os valores ainda se encontram abaixo da média climática esperada para o período.

O menor volume de chuvas foi registrado em 2015, com 100,7 mm, enquanto o maior acumulado ocorreu em 2009, totalizando 269,0 mm durante o verão. Apesar dessas variações, ao comparar os resultados com a média climática de referência do Climate Data (1991–2021) que indica cerca de 571 mm como valor médio esperado para o verão no município de Miranda observa-se que os totais estão inferiores ao padrão esperado.

No outono observa-se que a estação de Miranda apresenta valores de precipitação mais elevados. Durante o período analisado, o menor acumulado ocorreu em 2007, com 24,0 mm, enquanto o maior valor foi registrado em 2013, atingindo 189,1 mm.

Ao comparar esses resultados com a média climática de referência do Climate Data (1991–2021) para a estação de Miranda, que é de aproximadamente 241 mm, nota-se que os valores observados se aproximam da média esperada para o outono. Essa proximidade indica que, apesar das variações interanuais, a precipitação durante essa estação tende a manter-se dentro do padrão.

Conforme apresentado no **Gráfico 7**, que representa o comportamento da precipitação durante o inverno na estação de Miranda, é possível observar que os níveis de chuva se mantêm baixos, o que é característico dessa estação do ano no Pantanal Sul-Mato-Grossense. O menor acumulado foi registrado em 2012, com 18,7 mm, enquanto o maior valor ocorreu em 2015, totalizando 102,0 mm. Os demais anos da série histórica permanecem entre esses extremos, evidenciando uma variação moderada na quantidade de precipitação.

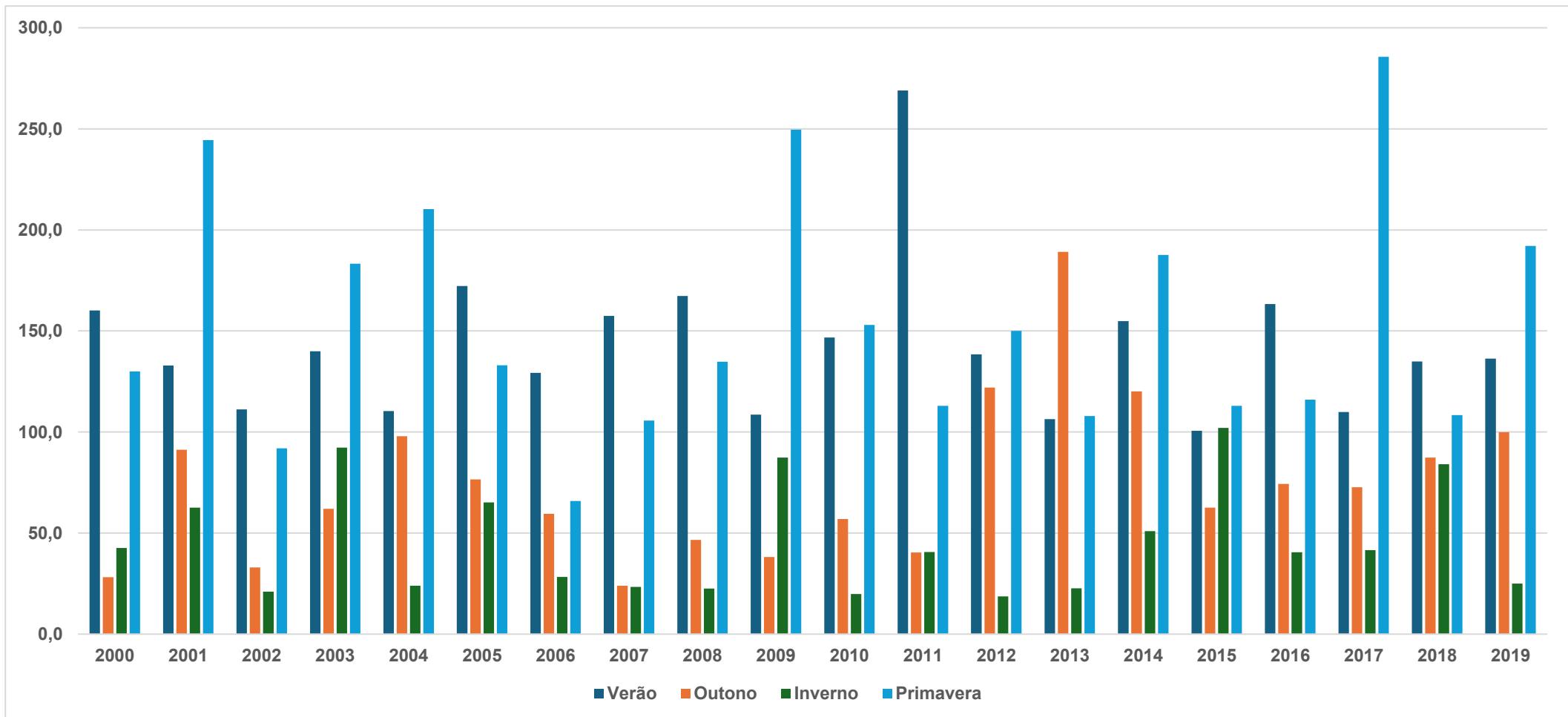
Quando comparados à média climática de referência do Climate Data (1991–2021) para a estação de Miranda, que indica aproximadamente 154 mm para o inverno, observa-se que os valores registrados se aproximam do padrão esperado. Isso demonstra que, apesar das variações interanuais, o inverno mantém seu comportamento típico de baixa pluviosidade.

Na primavera, conforme apresentado no Gráfico 13, é possível observar que os níveis de precipitação registrados na estação meteorológica de Miranda apresentam valores inferiores à média climática de referência. De acordo com o Climate Data (1991–2021), o valor médio esperado para essa estação é de aproximadamente 543 mm, enquanto os dados observados mostram totais bem mais baixos.

O menor acumulado foi registrado em 2006, com 65,8 mm, e o maior volume de chuvas ocorreu em 2017, atingindo 285,6 mm. Mesmo neste último caso, o valor ainda se mantém consideravelmente abaixo da média, evidenciando uma redução expressiva na precipitação durante a primavera.

Ao analisar conjuntamente as estações meteorológicas, é possível identificar um padrão de tendência semelhante no comportamento da precipitação. Observa-se que, nas estações chuvosas, como o verão e a primavera, os valores de precipitação registrados permanecem abaixo do esperado quando comparados às médias climáticas de referência.

Gráfico 7: Acumulado estacional Miranda



Fonte: ANA e INMET. Organização do Autor (2025).

5.2.5. Estação Meteorológica Porto Murtinho - Porto Murtinho/MS

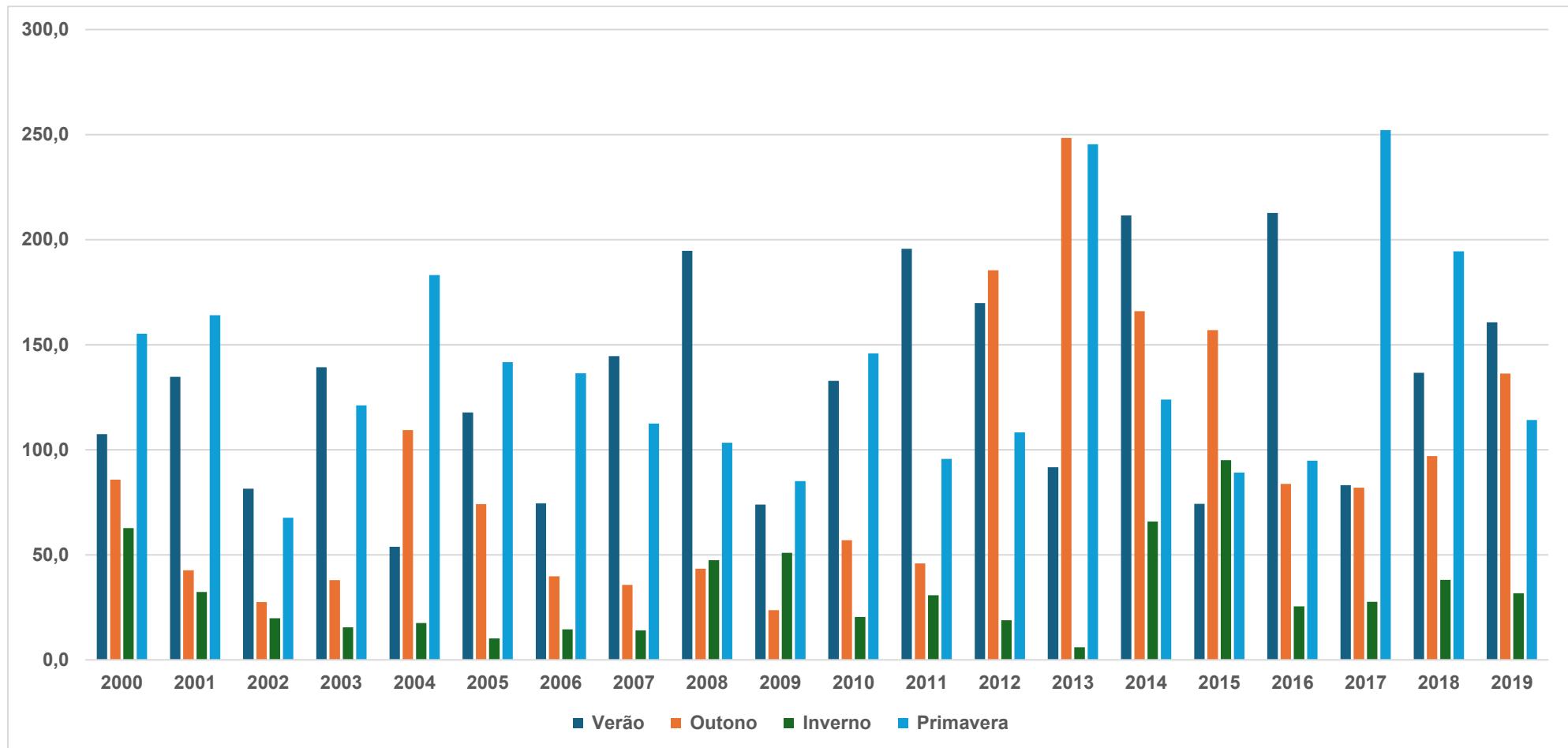
Seguindo a análise da última estação meteorológica, denominada Porto Murtinho, é possível observar, no **Gráfico 8**, que o verão apresenta baixas precipitações. Na série analisada, a maior quantidade de chuva foi registrada em 2016, com 213 mm, enquanto o menor acumulado ocorreu em 2004, totalizando 54 mm. Quando comparados aos dados do Climate Data (1991–2021), que indicam uma média aproximada de 444 mm, nota-se que a precipitação registrada em Porto Murtinho está bem abaixo da média esperada para o verão, evidenciando uma tendência de anos mais secos nessa estação.

No outono, observa-se que os valores de precipitação se encontram abaixo do volume esperado quando comparados aos dados do Climate Data (1991–2021). Durante o período analisado, o maior acumulado de chuva foi registrado em 2009, com 248,4 mm, enquanto o menor valor ocorreu em 2012, totalizando 23,6 mm. Os demais anos apresentaram índices intermediários entre esses extremos, evidenciando uma variação significativa no comportamento pluviométrico ao longo da estação.

No inverno, é possível identificar uma redução significativa nos níveis de precipitação. O menor acumulado foi registrado em 2013, com 6 mm, enquanto o maior valor ocorreu em 2015, totalizando 95 mm. Quando comparados aos dados do Climate Data (1991–2021), que indicam uma média aproximada de 177 mm, observa-se que os valores registrados estão abaixo da média climatológica, embora em alguns anos os totais se aproximem desse valor. De modo geral, o inverno caracteriza-se como o período mais seco do ano na região pantaneira, resultado da atuação de massas de ar frio e seco.

É possível identificar uma variação significativa nos índices de precipitação. Assim como observado em outras estações, os valores registrados encontram-se bem abaixo do esperado para esta época do ano (primavera). Ao comparar com os dados da estação meteorológica de Porto Murtinho e com o Climate Data (1991–2021), que indicam uma média aproximada de 483 mm, nota-se que a precipitação se manteve consideravelmente reduzida. O maior acumulado foi registrado em 2017, com 252 mm, enquanto o menor valor ocorreu em 2002, totalizando 68 mm. Esses resultados evidenciam uma tendência de diminuição das chuvas durante a primavera, refletindo alterações no regime pluviométrico da região.

Gráfico 8: Acumulado estacional Porto Murtinho



Fonte: ANA e INMET. Organização do Autor (2025).

Concluindo a análise das cinco estações meteorológicas distribuídas no Pantanal Sul-Mato-Grossense, é possível comprovar a existência de uma variabilidade significativa na precipitação ao longo das estações do ano. Observa-se que os menores índices de chuva se concentram no verão, períodos em que, apesar de normalmente esperados volumes mais elevados, as precipitações registradas foram inferiores à média histórica. Esse comportamento evidencia uma oscilação climática e possíveis mudanças nos padrões de precipitação da região. Além disso, fatores como o aquecimento global e o avanço das atividades antrópicas, especialmente o desmatamento e as alterações no uso e cobertura do solo, podem estar contribuindo para a redução da umidade atmosférica e a irregularidade das precipitações.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em conclusão, é possível observar que a precipitação no Pantanal Sul vem apresentando alterações em seus padrões climáticos, evidenciando a importância de estudar o comportamento das chuvas nessa região e reforçando a necessidade de manter as estações pluviométricas em pleno funcionamento e com manutenção adequada.

De modo geral, nota-se que a região norte do Pantanal Sul apresenta grande variabilidade na distribuição das chuvas, com valores frequentemente abaixo e acima das médias regionais e locais. Na estação de Porto do Alegre, 50% dos anos registraram precipitação acima do normal climatológica e 50% abaixo, enquanto, em relação à média local, cerca de 65% dos anos apresentaram valores superiores e 35% inferiores. Essa variação demonstra a irregularidade pluviométrica dessa porção do Pantanal.

Na estação de São Francisco, também localizada na região norte, observa-se comportamento semelhante, com cerca de 20% dos anos apresentando precipitação acima da média climatológica regional e 80% abaixo. Quando comparada à média local, verifica-se igualmente que 55% dos anos registraram valores superiores e 45% inferiores.

Na estação de Nhumirim, localizada na parte central do Pantanal Sul, os valores de precipitação mantêm-se elevados. Aproximadamente 60% dos anos analisados apresentaram precipitação acima da média climatológica, enquanto 40% ficaram

abaixo, tanto em relação à média regional quanto à local, reforçando a importância dessa área como zona de equilíbrio hídrico.

Já nas estações localizadas no setor sul, Miranda e Porto Murtinho, observa-se que essas áreas são fundamentais para a manutenção do bioma sul-mato-grossense. Em Miranda, cerca de 70% dos anos apresentaram precipitação acima da média climatológica e 30% abaixo, enquanto, em relação à média local, 55% dos anos ficaram acima e 45% abaixo. Em Porto Murtinho, tomando como referência a normal climatológica de Nhumirim (1.085,2 mm), aproximadamente 65% dos anos da série histórica registraram precipitação acima da média, enquanto 35% ficaram abaixo. Quando comparados à média local de 1.162,3 mm, observa-se uma distribuição equilibrada, com 50% dos anos acima e 50% abaixo da média.

Além disso, as análises sazonais mostram que a estação do verão, que historicamente correspondem aos meses de maior precipitação, vêm apresentando tendência de redução das chuvas, o que acentua a variabilidade climática e pode impactar diretamente os ciclos hidrológicos e ecológicos do Pantanal.

Sendo assim, conclui-se que as estações meteorológicas localizadas nas regiões norte, central e sul do Pantanal Sul apresentam uma constante variabilidade nos índices de precipitação, caracterizada por anos com volumes de chuva elevados e outros com totais reduzidos. Essa oscilação reforça o papel essencial dessas áreas na manutenção do equilíbrio hídrico do bioma pantaneiro, na qual dinâmica depende diretamente dos ciclos de cheia e seca.

A instabilidade pluviométrica pode afetar diretamente a biodiversidade, a dinâmica hídrica, as atividades econômicas dependentes. Assim, torna-se urgente fortalecer políticas públicas, investimentos e estratégias de monitoramento, conservação e manejo sustentável, garantindo que o Pantanal permaneça funcional diante das pressões climáticas e antrópicas crescentes.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRAZ, A. M.; MELO, D. S.; BONI, P. V.; DECCO, H. F. A estrutura fundiária do pantanal brasileiro. **Revista Finisterra**, v. 55, n. 113, p. 157–174, 2020.
<https://doi.org/10.18055/Finis18323>
- CARDOSO, E. L.; SILVA, M. L. N.; CURI, N.; FERREIRA, M. M.; FREITAS, D. A. F. F. Qualidade química e física do solo sob vegetação arbórea nativa e pastagens no Pantanal Sul-Mato-Grossense. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, p. 613-622, 2011.
- CARDOSO, M. R. D.; MARCUZZO, F. F. N. Mapeamento de três decênios da precipitação pluviométrica total e sazonal do bioma Pantanal. In: 3º Simpósio de Geotecnologias no Pantanal, 2010, Cáceres. **Anais** [...] Cáceres: 2010. p. 84-94.
- CARNEIRO, W. M.; OLIVEIRA, S. F.; MORANDE, A. S. Pantanal, dos principais impactos às possíveis soluções: Uma breve revisão. In: BRAGA, D. L. S. (org.). **Pesquisas e inovações em ciências agrárias: Produções Científicas multidisciplinares no século XXI**, Volume 2. Rio de Janeiro: Instituto Scientia, 2022. p. 326-341
- CHAVES, T. P.; SOUZA, S. M.; FREITAS, A. C. Pantanal, tudo fica bem quando o fogo se apaga? **Revista Sustinere**, v. 8, n. 2, p. 592-606, 2020.
<https://doi.org/10.12957/sustinere.2020.56009>
- GARCÍA, E. A. C.; CASTRO, L. H. R. Análise da frequência de chuva no pantanal Mato-Grossense. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 21, n. 9, 909–925, 2014.
<https://doi.org/10.1590/S1678-3921.pab1986.v21.14942>
- GRADELLA, F. S. **Aspectos da dinâmica hidroclimática da Lagoa Salina do meio na fazenda Nhumirim e seu entorno, Pantanal da Nhecolândia**. 2008, 79p. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Aquidauana, 2008.
- HUBERT, L; MENDONÇA, F. A. Aplicação de uma imagem landsat mss ao estudo de clima local - Pantanal Matogrossense/MS. **Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas**, v. 11, n. 4, p. 166–169, 2004. DOI: 10.5433/1679-0375.1990v11n4p166.
- LIMA, F. D. A. **Dinâmica temporal das queimadas no Pantanal de Poconé**: uma relação com os atributos do clima e o uso e cobertura do solo. 2025, 109 p. Trabalho de Graduação Integrado (Bacharelado em Geografia) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.11606/003256638>.
- MARCUZZO, F. F. N.; FARIS, T. G.; CARDOSO, M. R. D.; MELO, D. C. R. Chuvas no Pantanal brasileiro: análise histórica e tendência futura. In: 3º Simpósio de Geotecnologias no Pantanal, 2010, Cáceres. **Anais** [...] Cáceres: 2010

MARENGO, J. A. Mudanças climáticas globais e regionais: Avaliação do clima atual do Brasil e projeções de cenários climáticos do futuro. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 16, n. 1, 01-18. 2001.

MORAES, A. S. **Pecuária e conservação do Pantanal**: Análise econômica de alternativas sustentáveis - o dilema entre benefícios privados e sociais. 2008. 266 p. Tese (Doutorado em Economia) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2008.

MORAIS, I. C. S. **Variabilidade da precipitação e dos episódios de incêndio no Pantanal (MS)**. 2023, 61p. Monografia (Licenciatura em Geografia) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Três Lagoas, 2023

MORAIS, I. C. S.; SILVA, M. H. S. Precipitação, ondas de calor e focos de incêndios no Pantanal Sul, Região de Corumbá-MS, para o ano climático de 2020. **Revista Pantaneira**, v. 25, Edição Especial XXIII ENSUL, Aquidauana-MS, 2024.

MOREIRA, A. P.; PESSI, D. D.; GORGA; E. F.; OLIVEIRA; Y. J. C. Incêndios florestais no bioma Pantanal: Abordagem jurídica-ambiental-internacional. In: TREVISAM, E.; LIMA, R. D. (org.). **Tutela jurídica do Pantanal**. Campo Grande: Editora UFMS, 2021. p. 70-95.

MORENGO, J. A. **Mudanças Climáticas Globais e seus Efeitos Sobre a Biodiversidade**. Brasília: MMA, 2007

MIOTO, C. L., FILHO, A. C. P., & ALBREZ, E. DO A. (2012). **Contribuição à caracterização das sub-regiões do Pantanal**. ENTRE-LUGAR, 3(6), 165–180. Recuperado de <https://ojs.ufgd.edu.br/entre-lugar/article/view/2453>

OLIVEIRA, P. P. A. A pecuária em sistemas integrados e as mudanças climáticas. 2013 Revista Opiniões. Disponível em: <https://florestal.revistaopinoes.com.br/pt-br/revista/detalhes/11-pecuaria-em-sistemas-integrados-e-mudancas-clim/>. Acesso em: 9 nov. 2025.

OLIVEIRA, M. B. L. **Balanço de energia e caracterização do microclima do Pantanal Sul Matogrossense em períodos de cheia e seca**. 2004. 124 p. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) – Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande, 2004

RODELA, L. G., & QUEIROZ-NETO, J. P. D. (2007). **Estacionalidade do clima no pantanal da Nhecolândia, Mato Grosso do Sul, Brasil**. Revista Brasileira de Cartografia, 59(1), 101-113.

SANTOS, S. A.; COSTA, C.; SOUZA, G. D. S.; POTT, A.; ALVAREZ, J. M.; MACHADO, S. R. Composição botânica da dieta de bovinos em pastagem nativa na sub-região da Nhecolândia, Pantanal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, p. 1648-1662, 2002.

SILVA, J. C. D., HELDWEIN, A. B.; MARTINS, F. B.; TRENTIN, G.; GRIMM, E. L. Análise de distribuição de chuva para Santa Maria, RS. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 11, p. 67-72, 2007

SILVA, J. S. V.; ABDON, M. M. Vegetação da sub-região da Nhecolândia, Pantanal brasileiro. In: 7º Simpósio de Geotecnologias no Pantanal, 2018, Jardim. **Anais** [...] Jardim: 2018. P. 928-936

SILVA, J. S. V.; ABDON, M. M. Delimitação do Pantanal Brasileiro e suas sub-regiões. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 33 n. 13, p. 1703–1711, 1998. <https://doi.org/10.1590/S1678-3921.pab1998.v33.5050>

THUNBERG, G. (org.). **O livro do Clima**. São Paulo: Companhia das Letras, 2023

TUCCI, C. E. M. (org.). **Hidrologia: ciência e aplicação**. 2. ed., 2. reimpr. Porto Alegre: Editora da Universidade/UFRGS; ABRH, 2001.