

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

LUCAS EDUARDO FONSECA SZAPAK

**ANÁLISE COMPARATIVA DA PLUVIOSIDADE NOS MUNICÍPIOS DE MARINGÁ E
CAMPO MOURÃO-PR**

CAMPO MOURÃO

2020

LUCAS EDUARDO FONSECA SZAPAK

**ANÁLISE COMPARATIVA DA PLUVIOSIDADE NOS MUNICÍPIOS DE MARINGÁ E
CAMPO MOURÃO-PR**

Projeto de pesquisa apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Ambiental, do Departamento Acadêmico de Ambiental (DAAMB), do Campus Campo Mourão, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), como requisito parcial para obtenção de nota.

Orientador: Prof. Dra. Maria Cleide Baldo

Co-orientador: Prof. Dr. Leandro Zandonadi

CAMPO MOURÃO

2020



TERMO DE APROVAÇÃO DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO INTITULADO

Análise comparativa da pluviosidade nos municípios de Maringá e Campo Mourão-PR

DO DISCENTE

Lucas Eduardo Fonseca Szapak

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado no dia 01 de dezembro de 2020 ao Curso Superior de Engenharia Ambiental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Campo Mourão. O(A) acadêmico foi arguido(a) pela Comissão Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a comissão considerou o trabalho aprovado.

Prof. Dr. Victor Assunção Borsato. UNESPAR –
Campo Mourão
Avaliador 1

Prof. Valdir Specian. Universidade Estadual de Goiás
Avaliador 2

Prof. Dr. Leandro Zandonadi. Universidade Estadual de
Maringá
Co-orientador(a)

Prof. Dra. Maria Cleide Baldo. UTFPR
Orientador(a)

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus que permitiu que tudo isso acontecesse ao longo de minha vida, e não somente nestes anos como universitário, mas em todos os momentos da minha vida até chegar aqui.

Agradeço a minha mãe, heroína que me deu apoio, incentivo nas horas difíceis, de desânimo e cansaço.

Ao meu pai que apesar de todas as dificuldades me fortaleceu e que pra mim foi muito importante.

Agradeço a todos os meus amigos que me ajudaram de alguma forma na graduação, seja com conselhos, incentivos ou até mesmo risadas.

Agradeço a todos os professores por me proporcionar o conhecimento não apenas racional, mas a manifestação de caráter e efetividade da educação no processo de formação profissional, por tanto que se dedicaram a mim, não somente por terem me ensinado mas por terem me feito aprender. Em especial a Prof. Dra. Maria Cleide Baldo, pela oportunidade e apoio na elaboração deste trabalho.

Por fim, deixo meu agradecimento eterno a todas as pessoas que de alguma forma me ajudaram a acreditar em mim, porque sem elas, não teria sido possível.

RESUMO

Szapak, Lucas Eduardo Fonseca. Análise comparativa da pluviosidade nos municípios de Maringá e Campo Mourão-PR. 2020. 54 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Curso de Engenharia Ambiental, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2020.

Conhecer os padrões predominantes do clima é de extrema importância devido suas inúmeras aplicações em diversos seguimentos econômicos. A pluviosidade foi o elemento climático escolhido para análise devido sua variabilidade no tempo e no espaço, Foi utilizado, dados diários de precipitação do período de 1976 a 2019 dos municípios de Campo Mourão e Maringá. O objetivo do trabalho foi comparar e quantificar a precipitação diária, mensal, sazonal, anual e interanual com intuito de conhecer os padrões determinantes, através da estatística descritiva. Para verificar a existência de tendência nas séries anuais e mensais da precipitação máxima, da precipitação total e do número de dias com chuva, foi utilizado o teste de Mann (1945) e Kendall (1975) para as duas localidades. Ambos os municípios o verão e a primavera são estação mais chuvosa. Maringá destacou-se com o maior valor total de dias com chuva quando comparado a Campo Mourão, entretanto Campo Mourão possui maior quantidade no total de precipitação acumulada. Nas análises de tendências apenas a precipitação máxima anual de Campo Mourão, foi registrada tendência negativa. Já em relação ao número de dias com chuva para cada mês, houve uma tendência negativa apenas em Maringá no mês de setembro. Nas demais, escalas de análises de tendência, não se obteve resultados com significância superior a 5%.

Palavras-Chave: análise; precipitação pluviométrica; tendência.

ABSTRACT

Szapak, Lucas Eduardo Fonseca. Comparative analysis of rainfall in the municipalities of Maringá and Campo Mourão-PR. 2020. 54 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Curso de Engenharia Ambiental, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2020.

Knowing the prevailing climate patterns is extremely important due to its numerous applications in different economic segments. Rainfall was the climatic element chosen for analysis due to its variability in time and space. Daily rainfall data from 1976 to 2019 were used in the municipalities of Campo Mourão and Maringá. The objective of the work was to compare and quantify the daily, monthly, seasonal, annual and interannual precipitation in order to know the determining patterns, through descriptive statistics. To verify the existence of a trend in the annual and monthly series of maximum precipitation, total precipitation and the number of rainy days, the Mann (1945) and Kendall (1975) test was used for both locations. Both municipalities summer and spring are the rainiest season. Maringá stood out with the highest total value of rainy days when compared to Campo Mourão, however Campo Mourão has a greater amount in the total accumulated precipitation. In the trend analysis only the maximum annual precipitation of Campo Mourão, a negative trend was recorded. Regarding the number of rainy days for each month, there was a negative trend only in Maringá in September. In the others, trend analysis scales, results with no significance greater than 5% were not obtained.

Keywords: analyze; rainfall; trend.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização das áreas de estudo.....	20
Figura 2 – Precipitação Média mensal para Campo Mourão e Maringá no período de 1976 a 2019.....	26
Figura 3 - Precipitação Média sazonal da precipitação de Campo Mourão e Maringá no período de 1976 a 2019.	27
Figura 4 - Precipitação total anual Campo Mourão e Maringá no período de 1976 a 2019.	28
Figura 5 – Precipitação total mensal do ano mais seco (1978) e mais chuvoso (2015) para Campo Mourão.	29
Figura 6 – Precipitação total mensal do ano menos chuvoso (1984) e o mais chuvoso (2015) para Maringá.	30
Figura 7 – Precipitação total mensal para o ano de (2015) ano mais chuvoso da série histórica Campo Mourão e Maringá.	31
Figura 8 - Precipitação máxima mensal absoluta e a média mensal de Campo Mourão.	32
Figura 9 - Precipitação máxima mensal absoluta e a média mensal de Maringá.....	33
Figura 10 - Total de dias de ocorrência de chuva em Campo Mourão no período de 1976 a 2019.....	37
Figura 11 - Total de dias de ocorrência de chuva em Maringá no período de 1976 a 2019.	38
Figura 12 – Série anual e tendência da precipitação máxima em Campo Mourão e Maringá.....	39
Figura 13 – Série anual e tendência da precipitação total em Campo Mourão e Maringá.	40
Figura 14 – Série anual e tendência do número de dias com chuva em Campo Mourão e Maringá.....	41
Figura 15 – Série mensal e tendência da precipitação máxima em Campo Mourão e Maringá...42	
Figura 16 – Série mensal e tendência da precipitação total em Campo Mourão e Maringá.	43
Figura 17 – Série mensal e tendência do número de dias com chuva em Campo Mourão e Maringá.....	45
Figura 18 – Série e tendência da precipitação máxima em Campo Mourão e Maringá, por mês.46	
Figura 19 – Série e tendência da precipitação total em Campo Mourão e Maringá, por mês.	48
Figura 20 – Série e tendência do número de dias com chuva em Campo Mourão e Maringá, por mês.	50

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Percentual correspondente aos intervalos de classe de precipitação em relação ao total de dias com precipitação para cada um dos meses analisados, em Maringá e Campo Mourão.....	34
Tabela 2 – Percentual correspondente aos intervalos de classe de precipitação em relação ao total de dias com precipitação para cada um dos meses analisados, em Maringá.....	35
Tabela 3 - Percentual de dias com precipitação em relação ao total de dias analisados em Campo Mourão no período de 1976 a 2019	36
Tabela 4 - Percentual de dias com precipitação em relação ao total de dias analisados em Maringá no período de 1976 a 2019.....	37
Tabela 5 – Resultado do teste de Mann-Kendall da série anual de precipitação máxima em Campo Mourão e Maringá.	39
Tabela 6 – Resultado do teste de Mann-Kendall da série anual de precipitação total em Campo Mourão e Maringá.....	40
Tabela 7 – Resultado do teste de Mann-Kendall da série anual de número de dias com chuva em Campo Mourão e Maringá.	41
Tabela 8 – Resultado do teste de Mann-Kendall da série mensal de precipitação máxima em Campo Mourão e Maringá	42
Tabela 9 – Resultado do teste de Mann-Kendall Sazonal da série mensal de precipitação máxima em Campo Mourão e Maringá.....	43
Tabela 10 – Resultado do teste de Mann-Kendall da série mensal de precipitação total em Campo Mourão e Maringá	44
Tabela 11 – Resultado do teste de Mann-Kendall Sazonal da série mensal de precipitação total em Campo Mourão e Maringá.	44
Tabela 12 – Resultado do teste de Mann-Kendall da série mensal de número de dias com chuva em Campo Mourão e Maringá.	45
Tabela 13 – Resultado do teste de Mann-Kendall Sazonal da série mensal de número de dias com chuva em Campo Mourão e Maringá	45
Tabela 14 – Resultado do teste de Mann-Kendall da série de precipitação máxima em Campo Mourão e Maringá, por mês.....	47
Tabela 15 – Resultado do teste de Mann-Kendall da série de precipitação total em Campo Mourão e Maringá, por mês.....	49
Tabela 16 – Resultado do teste de Mann-Kendall da série de número de dias com chuva em Campo Mourão e Maringá, por mês.	51

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	09
1.1 OBJETIVOS	12
1.1.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
1.2 JUSTIFICATIVA	13
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	15
3 METODOLOGIA	19
3.1 DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	19
3.2 TRATAMENTO DOS DADOS	20
3.3 ANÁLISE DE TENDÊNCIA	22
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
4.1. CARACTERIZAÇÃO DA PRECIPITAÇÃO	25
4.2. ANÁLISE DA TENDÊNCIA DA PRECIPITAÇÃO	38
4.2.1. ANÁLISE ANUAL	38
4.2.2. ANÁLISE MENSAL	41
5 CONCLUSÃO	52
REFERÊNCIAS	53

1 INTRODUÇÃO

Dentre os principais elementos do clima, a pluviosidade corresponde a um dos mais utilizados em pesquisas climatológicas, exaustivamente analisados do ponto de vista de sua distribuição temporal e espacial. Utilizando a pluviosidade como elemento fundamental, para realização de estudos de classificação climática em áreas específicas (ZANDONADI, 2009).

Para Botelho e Moraes (1999), o estudo do comportamento das precipitações, pode fornecer subsídios para momentos críticos predominantes em uma região. Essas informações visam reduzir a consequência de eventos extremos, seja eles de chuvas intensas ou secas prolongadas.

No Brasil, devido à sua grande dimensão territorial, encontramos diferentes padrões pluviométricos, influenciados tanto pelos fatores estáticos quanto dinâmicos. Diversos regimes de precipitação são observados no Brasil, sendo que a sua distribuição espacial e temporal (diária, mensal e anual) procede a ações diretas e indiretas no espaço, fazendo com que as precipitações apresentem uma variabilidade espacial quanto temporal, dificultando a sua compreensão (PINHEIRO; MARTIN-VIDE, 2017).

O Estado do Paraná, localizado no Sul do Brasil, desdobra seu território entre regiões tropicais e subtropicais de altitude. Apresenta uma paisagem diversificada decorrente da diversidade climática; do substrato geológico; de solos diversos em parâmetros físicos e químicos; da vegetação incluindo cerrados, campos, floresta; além de extensas áreas agrícolas e de reflorestamento (FRITZSONS, *et al.*, 2011).

Segundo Mendonça (1994), o Paraná encontram-se em uma zona climática em que atuam vários sistemas atmosféricos da América do Sul, os tropicais, os equilaterais e também os polares. Tendo uma distribuição pluvial anual com chuvas concentradas de setembro a abril com tendência ao regime tropical nas porções norte e noroeste e subtropical nas demais partes.

Neste sentido, as classificações climáticas produzidas para a América do Sul e apresentadas por Strahler (*apud* MONTEIRO, 1973; 2000) também apontam que, a partir da análise do dinamismo das massas de ar atuantes no continente, há no Brasil dois grupos climáticos predominantes, ambos denominados por Climas da Zona A (de domínio das massas equatoriais e tropicais) e Climas da Zona B (dominado pelas massas tropicais e polares). Monteiro (*Op. cit.*) determinou ainda

que a zona de transição entre estes dois grupos climáticos ocorre, em média, sobre o Estado de São Paulo, próximo das divisas com o Paraná, e se prolongando pelo interior, em direção ao Mato Grosso do Sul, estado esse que teve as chuvas estudadas mais tarde por Zavattini (1990), também comprovando a posição desta faixa transicional. Ambos os autores concordam que tal faixa de transição é móvel devido à dinâmica das massas de ar ali atuantes, podendo avançar tanto para norte como para sul. Neste último caso, alcançando as regiões Norte e Noroeste paranaense, parte da área de interesse desta pesquisa.

Ao realizar um estudo sobre um evento pluviométrico extremo que atingiu a cidade de Maringá e região durante o intenso evento de El Niño de 2015-16, Zandonadi (2020) também aborda a diversidade climática e a intensa variabilidade atmosférica que predomina na região ao longo do(s) ano(s), influenciando em especial o regime de chuvas, dado a localização geográfica da região nas latitudes da linha do Trópico de Capricórnio, símbolo de delimitação do balanço energético entre as áreas intertropicais e subtropicais do planeta e área em que as instabilidades estão associadas ao encontro de diversas massas de ar, bem como a sistemas organizados como as frentes frias, atuantes quase o ano todo, porém mais comuns nos períodos de outono e inverno.

Baldo (2006), ao analisar o comportamento e a gênese das chuvas para a bacia hidrográfica do rio Ivaí, área esta que abrange os municípios de Maringá e Campo Mourão, ambos objetos de análise desta pesquisa, demonstrou o intenso dinamismo da região ao constatar a atuação de diversos sistemas atmosféricos, tais como as massas de ar e suas variantes: Polar Atlântica, Polar Atlântica Tropicalizada, Tropical Atlântica, Tropical Atlântica Continentalizada, Tropical continental e Equatorial continental; os sistemas frontais e suas variantes: Frente Polar Atlântica, Repercussão da Frente Polar Atlântica, Frente Polar Atlântica Estacionária, Recuo da Frente Polar Atlântica, Frente Polar Atlântica em dissipação; sistemas induzidos pela frente polar: Linha de instabilidade tropical; Zona de Convergência do Atlântico Sul. Neste trabalho a autora considerou que em termos de volumes de chuvas e compartimentação do relevo, os dois municípios se encontram em classes climáticas diferenciadas, ainda que estejam localizadas relativamente próximas.

Além desses sistemas atuantes em escala regional, para a região Sul do Brasil é importante também considerar-se as influências no clima associados aos

fenômenos de escala global, como o ENOS. De acordo com Terassi *et al.* (2018), dentre os mecanismos de grande escala da circulação atmosférica, o El Niño Oscilação Sul (ENOS), através do aquecimento (El Niño) e resfriamento (La Niña) das águas do Oceano Pacífico Equatorial influencia significativamente a variabilidade anual das chuvas na região Sul do Brasil e, conseqüentemente, na região Norte do Paraná, aumentando-as na fase quente e reduzindo-as na fase fria, trazendo conseqüências na produção agrícola neste estado da Federação.

A economia do Paraná apresenta-se ligada, principalmente a produção agrícola que depende de um estudo aprofundado de sua variabilidade climática, especialmente da pluviosidade. O estado, além disso, concentra um expressivo número de usinas hidroelétricas que necessitam de análises climáticas para controle dos níveis e vazão dos reservatórios.

Estudos da pluviosidade, considerando a distribuição temporal e espacial, assim como a intensidade e eventos extremos podem contribuir de forma significativa para a compreensão do comportamento temporal e espacial deste elemento climático e, assim, colaborar para o uso destas informações nos mais diversos tipos de planejamentos.

1.1 OBJETIVOS

Comparar os dados de precipitação pluviométrica nos municípios de Campo Mourão e Maringá em diferentes escalas temporais de análises.

1.1.1 Objetivos Específicos

- Analisar os dados de precipitação pluviométrica diárias, mensais, sazonais, anuais e interanuais de Campo Mourão e Maringá;
- Caracterizar os aspectos físicos das duas localidades;
- Analisar a tendência através do teste de Mann e Kendal da precipitação diária, mensal, sazonal, anual e do número de dias com chuva;
- Identificar os valores extremos de pluviosidade em diversas escalas de análises.

1.2 Justificativa

O clima segundo o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), corresponde ao tempo médio ou descrição estatística em termos de média e variabilidade de quantidades relevantes durante determinado período de tempo. Dessa maneira, para conhecer o clima de uma determinada região é preciso realizar medições sistemáticas. Segundo a Organização Meteorológica Mundial (OMM) é recomendado que o período necessário para que se conheça o clima de um determinado local ou região seja de no mínimo 30 anos.

Ao analisar o clima de certa região, deve ser incluídos o maior número possível de dados meteorológicos disponíveis. Visto que quanto maior for à série de dados juntamente com o maior número de elementos climáticos, medidos ou registrados, melhor serão os resultados referentes as variações climáticas ou padrões determinantes nas diferentes escalas de análises.

O conhecimento dos padrões climáticos predominantes é muito importante para os mais diferentes seguimentos econômicos como turismo, planejamento urbano e rural, dimensionamento de aterro sanitário, dentre muitas outras áreas de aplicações.

O Paraná, devido sua extensa área territorial, possui uma ampla diversidade climática. Isto está relacionada aos fatores estáticos como a latitude, altitude, maritimidade, cobertura vegetal. Os fatores dinâmicos também influenciam nesta diversidade, devido os sistemas atmosféricos atuantes, com diferentes intensidades, ao longo do ano.

Esta ampla diversidade climática, irá propiciar regiões com características de solo, relevo, vegetação e diversidade agrícolas bem peculiares. Através do zoneamento agroclimático do estado do Paraná é possível compreender melhor a importância do conhecimento do clima de um determinada região ou local.

Considerando a importância do conhecimento do clima para os mais diversos setores da economia, principalmente para a agricultura é que se optou em fazer uma análise comparativa dos dados de precipitação em diversas escalas de análises (diária, mensal, sazonal, anual e interanual) para os municípios de Campo Mourão e Maringá.

O primeiro motivo da escolha dos municípios se deu em virtude de uma percepção pessoal temporal, onde empiricamente se acreditava que embora estando próximos, (90 km), os valores pluviométricos de Campo Mourão eram maiores quando comparados a Maringá. Portanto era necessária a comprovação através da quantificação desses dados pluviométricos, nas diferentes escalas de análises.

A segunda motivação é que ambos têm sua economia voltada principalmente para a agricultura, é de conhecimento comum que a agricultura esta à mercê das condições climáticas, sendo de suma importância o conhecimento dos padrões predominantes bem como a distribuição da precipitação principalmente em anos atípicos.

A última motivação da escolha foi o fato de ambos estarem numa zona de transição climática sendo influenciado pelos mesmos sistemas atmosféricos atuantes, isto leva a indagar o quanto isso irá influenciar, nos diferentes valores pluviométricos dos locais comparados, considerando que a altitude e a forma de relevo são muito similares.

A quantificação desta interferência foi a principal motivação para a realização deste trabalho

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Diversas análises climáticas realizadas afirmam que a precipitação é um dos elementos mais relevante e estudado no Brasil e no mundo. Existem inúmeros estudos referentes à variabilidade temporal e espacial da pluviosidade em diversas escalas de análises.

A precipitação destaca-se por caracterizar o regime hidrológico de um determinado local e influenciar diretamente na vida do homem. Visto que a precipitação é um elemento climático, fundamental para a vida e obtêm relevância podendo facilitar ou dificultar a estabilização do homem em suas atividades nas várias regiões do planeta (MATOS et al., 2015).

O Brasil, devido a sua ampla extensão territorial, possui vários regimes climáticos por mostrar condições bastante diversificadas, que são influenciadas pela configuração geográfica, ocasionando a variabilidade das chuvas em diferentes locais, sendo utilizada como condição para explicação do clima no local (VANHONI, MENDONÇA, 2008).

Segundo Sleiman (2008), a precipitação ocorre de maneira irregular nas distintas regiões do Brasil. O autor conceitua a precipitação como elemento fundamental no desenvolvimento das tarefas humanas, principalmente na economia, visto que muitas regiões do Brasil são sustentadas pelas atividades agrícolas. Para o autor são significativos os impactos causados pelos eventos extremos de precipitação ocasionados nessa parte tão importante da economia.

Pinheiro *et al.* (2013), ao estudarem a tendência através do teste de Mann-Kendall das séries temporais de precipitação da Região Sul do Brasil em 18 estações pluviométricas observaram uma tendência positiva dos máximos diários anuais ao longo do tempo, assim como significativa elevação dos totais mensais e anuais em 16 das 18 estações, com exceção das estações de Foz do Iguaçu-PR e de Alfredo Wagner-SC.

Nery (2005) através do estudo de precipitação da região Sul, dentre o período de 1972 a 1997 constatou que os anos de 1982 e 1983 apontaram valores significativos de precipitação pluviométrica, sendo 300 mm acima da média climatológica, no período para sudoeste do Paraná e Santa Catarina. Para o pesquisador, os elevados valores de precipitação nesse período, estão relacionados ao fenômeno El Niño-Oscilação Sul (ENOS), podendo gerar chuvas intensas na

região Sul do Brasil. O autor conclui que o fenômeno El Niño e La Niña não causaram a ocorrência ou ausência das chuvas na região, mas são consideráveis, quanto à intensidade das mesmas na área estudada, sendo alguns episódios mais intensos que outros.

Andrade (2011) relata que o estudo da pluviometria é de grande relevância para o desenvolvimento das atividades humanas. Através das análises de variabilidade diária, mensal, anual e interanual pluviométrica no município de Paragominas - PA. Constatou-se que o mês mais chuvoso e o mais seco, sendo abril e maio. Por fim observou a influência dos fenômenos climáticos El Niño e La Niña que ocorreram respectivamente nos anos de 1997 a 1998 ocasionando uma redução no regime de chuvas na região e 1998 a 2001 influenciando no aumento dos índices pluviométricos afetando a região.

Pinheiro e Vide (2018) comparam dados de precipitação anuais e sazonais na região do município de Irati-PR com informações expostas pelo IPCC (2007), que sugere o aumento nos totais de precipitações. Os autores concluíram que não foram detectadas tendências significativas de aumento das chuvas ao longo de 31 anos de análise, mesmo sendo um período curto considerando as escalas trabalhadas pelas mudanças climáticas.

As pesquisas de Souza (2006) apresentaram que as maiores variabilidades da precipitação no Paraná, no intervalo de 30 anos entre 1972 a 2002, correspondem aos anos de 1982/83 e 1997/98, vistos como anos de El Niño e anomalias positiva da pluviosidade, do mesmo modo os anos de 1985 e 1988 caracterizados por anomalias negativas da pluviosidade e atuação da La Niña. A autora concluiu que estes acontecimentos não atuam no Paraná nas mesmas proporções, de modo que a região Centro-Sul do Paraná é mais atingida. Essa condição indica a relevância da dinâmica entre as características de relevo e do comportamento das massas de ar na distribuição da precipitação do Estado do Paraná.

Segundo Carmello e Sant'anna Neto (2015), quanto maior o conhecimento a respeito das condições climáticas de uma certa área serão mais precisas e eficazes as maneiras de conduzir as atividades agrícolas e os investimentos, planejando melhorias nas formas de manejo.

De acordo com Mello e Viola (2013), através de estudos sobre a estiagem no Estado de Minas Gerais, provou que a topografia exerce forte influência no regime

pluvial, contribuindo para fortes precipitações nas vertentes de sistemas como Espinhaço, Mantiqueira e Canastra.

No meio técnico científico, diversos estudos têm sido realizados com o objetivo de identificar as tendências climáticas, utilizando eventos de secas ou precipitações intensas que contribuem nas variações de comportamento. Sendo de grande importância, pois possibilita o dimensionamento seguro de sistemas de drenagens, barragens, vertedores, sistemas de irrigação, além de possibilitar o estudo do comportamento hidrológico do local avaliado.

Back (2001) realizou análises estatísticas para identificar tendências anuais da temperatura e precipitação pluvial com os dados da estação meteorológica de Urussanga, SC, no período de 1924 a 1998, através dos testes de Pettit, Mann-Kendall, Run e análise de regressão, apresentando concordância entre seus resultados com exceção do teste de Run, na identificação de tendência em séries temporais. Chegando a resultados que a precipitação pluvial total anual apresenta tendência crescente no período estudado, mas sendo analisada trimestralmente apresenta tendência crescente apenas no quarto trimestre.

Silva e Reboita (2013) determinaram as características médias da precipitação em Minas Gerais, no período de 1990 a 2009 utilizando 335 postos pluviométricos da ANA. Sendo os meses entre outubro e março os mais chuvosos em todo estado, destacando janeiro com totais ainda mais elevados e julho o mês mais seco. Também avaliaram a influência do fenômeno ENOS na precipitação sazonal, os eventos El Niño não influenciaram significativamente nos totais sazonais de precipitação. Já os eventos de La Niña ocasionaram diferenças negativas significativas na estação do verão, ocorrendo diminuição de precipitação nos verões que ocorreram eventos de La Niña.

Pinheiro e Vide (2018) realizaram análise de tendência pluviométrica no município de Irati-PR, nas últimas três décadas em conformidade com os parâmetros da OMM (Organização Mundial de Meteorológica). Foi utilizado o teste Mann-Kendall para totais anuais e totais sazonais não sendo detectadas tendências significativas de aumento das chuvas ao longo de 31 anos de análise. Destacaram que o período considerado para análise é pequeno comparado com as escalas utilizadas em trabalhos de mudanças climáticas.

Pires (2018) apresentou a definição de períodos secos e períodos chuvosos na bacia hidrográfica do rio Piquiri, no Estado do Paraná, no período de 1979 a

2012. No qual os menores valores foram observados na porção da foz da bacia, com 1450mm de precipitação média de todo o período e os maiores valores chegando a 1950 mm sendo registrados na porção centro-sul e leste. Portanto, o autor chegou à conclusão que a espacialização da precipitação pluviométrica forneceu um panorama geral das condições da chuva, evidenciando a influência da orografia para a caracterização da área estudada, sendo que as áreas de jusante apresentaram os menores totais pluviométricos e a montante que apresentaram os maiores totais.

Hiera *et al.* (2019), analisaram a tendência de precipitações do Estado do Ceará a partir de uma série histórica de 43 anos, sendo compreendida entre 1974 a 2016, utilizando o teste não paramétrico de Mann-Kendall. Concluíram que todas as regiões exceto o litoral de Fortaleza apresentaram tendências de diminuição da precipitação no período estudado, e a precipitação durante os meses da quadra chuvosa (fevereiro a maio) está sendo menor que nos demais meses do ano, a análise não possibilitou determinar se essa diminuição se trata de uma variabilidade do clima ou de efeitos de mudanças climáticas globais.

Estudos realizados por Ferreira (2012), com intuito de testar as opções metodológicas para avaliar tendência em série histórica de pluviosidade, sendo realizada em doze sub-bacias da bacia do rio Araguari, no Triângulo Mineiro utilizando os métodos de linha de tendência linear, média móvel de cinco períodos e teste do sinal, conseguiram verificar tendência de redução dos escoamentos anuais, bem como as vazões máximas e mínimas. No mesmo período verificou clara tendência de aumento dos índices pluviométricos na mesma bacia, localizada na porção nordeste de Minas Gerais.

Anjos, Martins e Nery (2001) analisaram o comportamento climático em Maringá – PR no período de 1980 a 1999 através dos parâmetros meteorológicos de precipitação e temperatura. Eles concluíram que o regime de precipitação pluviométrica é sazonal, apresentando verão chuvoso e inverno seco. Em relação a variabilidade interanual apresentaram anos com significativa anomalia positiva (1983 e 1988) e anomalia negativa em (1985 e 1988) El Niño e La Niña.

Os trabalhos acima apresentados, em diversas regiões do Brasil. Ficam evidentes que os resultados apresentados não foram unânimes com relação à tendência positiva ou negativa da precipitação. São vários os fatores que explicam esta falta de homogeneização, o tamanho da série de dados analisados, o método aplicado, a qualidade dos dados e o local estudado.

No presente trabalho foi analisado os dados de precipitação pluviométrica por meio de testes estatísticos e gráficos em diferentes escalas (anual, interanual, sazonal, mensal e diário). No período de 1976 a 2019, nos municípios de Campo Mourão e Maringá. Decorrente das regiões terem um forte potencial na agricultura, ou seja, dependentes das condições climáticas, tornando a análise de precipitação um fator de suma importância para a área de estudo e a realização deste trabalho.

3 METODOLOGIA

3.1 Descrição da área de estudo

As duas localidades escolhidas neste estudo estão a uma distância entre eles de aproximadamente 90 km pela PR-317.

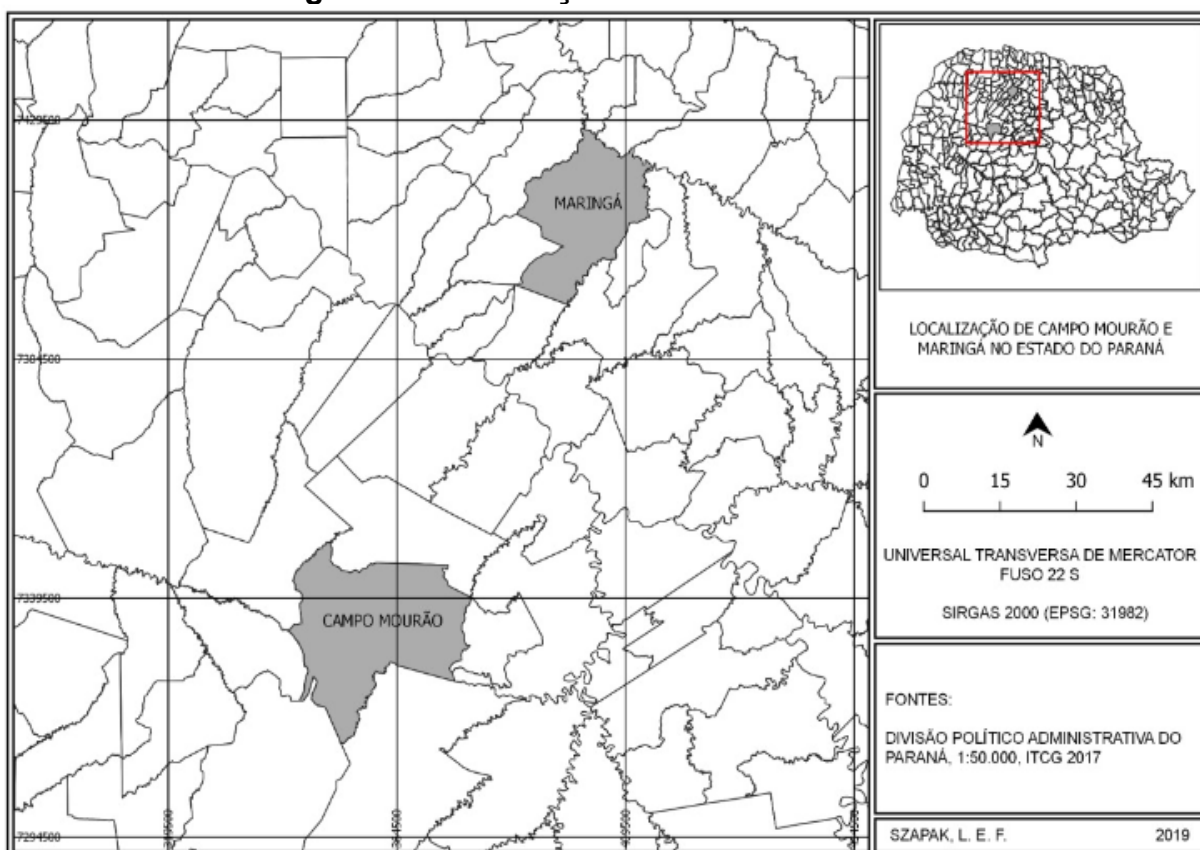
O município de Maringá está localizado na região Norte central do estado do Paraná, na Latitude 23° 25' Sul e Longitude de 51° 57' Oeste (figura1), com altitude média de 584m. O mesmo possui uma extensão territorial de 487,012 km², população estimada de 430.157 mil habitantes e densidade demográfica de 733,14 hab/km², segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2020).

O município de Maringá é de grande importância para produção agrícola do Paraná, com destaque na produção na sua área para plantio de milho, soja e cana-de-açúcar, conforme o Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social - IparDES (2019). A vocação agrícola do município e região levou a implantação em 1963 de uma cooperativa hoje conhecida como Cocamar Cooperativa Agroindustrial.

Campo Mourão está localizado na região centro ocidental e mesorregião do estado do Paraná, na Latitude 24° 02' Sul e Longitude 52° 22' Oeste (Figura 1), em uma altitude média de 591m, com uma área territorial de 749,637 km², população estimada de 95.488 mil habitantes e densidade demográfica de aproximadamente 115,05 hab/km² (IBGE, 2020). O município de Campo Mourão é predominantemente agrícola com o cultivo de soja, milho e trigo (IPARDES, 2019), Sendo sede da maior cooperativa da América Latina COAMO.

Portanto, é de suma importância o estudo da variabilidade climática destes municípios porque sofrem influência dos intempéries climáticos, diretamente no manejo, plantio, colheita e armazenamento dos grãos.

Figura 1 - Localização das áreas de estudo.



Fonte: Autoria própria (2019).

Segundo a classificação climática de Köppen, o clima predominante em Maringá e Campo Mourão é o Cfa: Clima subtropical úmido mesotérmico, com verão quente com médias de temperatura superiores a 22° C e o mês mais frio com temperatura inferior a 18° C. As chuvas são bem distribuídas ao longo do ano segundo o Instituto Agrônômico do Paraná – IAPAR (2018).

3.2 Tratamento dos dados

Os dados de precipitação pluviométrica diária, dos dois postos pluviométricos, foram obtidos no site do Instituto das Águas do Paraná – Sistema de Informações Hidrológicas – SIH. A série histórica de dados compreende o período de 1976 a 2019.

O primeiro posto, de Campo Mourão, possui código cadastral 2452007, se encontra na altitude 591 metros, na Latitude de 24° 02' 50" Sul e Longitude 52° 22' 03" Oeste, e está localizado a bacia do rio Ivaí.

O segundo posto, no município de Maringá, código 2351045, é denominado de posto Guaiapó, estando na altitude de 584 metros, Latitude 23° 24' 00" Sul e Longitude de 51° 52' 26" Oeste e localizado na bacia do rio Pirapó, que faz divisas com a bacia do rio Ivaí.

Os dados diários de precipitação de toda a série histórica, foram tabuladas em planilhas eletrônicas por meio do *software Microsoft Excel*, a fim de realizar uma análise preliminar dos mesmos, com intuito de se observar os períodos faltantes e as inconsistência dos dados. Foi necessário o preenchimento de falhas, utilizado o método de Regressão Linear, para estimar os valores faltantes.

Inicialmente, foram aplicados métodos relacionados à estatística descritiva (média, desvio padrão, máximos, mínimos) e através dos resultados obtidos foram elaborados os gráficos no *Software Microsoft Office Excel* com o intuito de se caracterizar o padrão pluviométrico predominante para as áreas na escala diária, mensal, sazonal, anual e interanual.

Procedeu-se, em seguida, à análise da frequência de dias com chuva em cada mês da série. Os dias com estiagem climatológica em que a precipitação foi menor que 0,1 mm foram considerados sem precipitação e os dados restantes foram separados em intervalos de classe de precipitação. A partir disso, dependendo do intervalo de classe ao qual o dado pertenceu, o mesmo foi classificado em relação à intensidade de precipitação acumulada diariamente como: chuvisco (0,1 a 2,5 mm), chuva fraca (2,5 a 10,0 mm), chuva moderada (10,0 a 25,0 mm), chuva forte (25,0 a 50,0 mm) e chuva extrema (acima de 50 mm).

Efetuando-se as distribuições de frequência, encontraram-se as classes de intervalo de precipitação para o mês analisado e, então, determinou-se o intervalo mais frequente na localidade estudada. Para melhor representação dos dados, foram construídos histogramas para cada mês, utilizando-se o *software Microsoft Office Excel*.

Os dados foram também estudados anualmente, encontrando-se os totais anuais de precipitação e os totais anuais de dias com chuva, e os totais de dias com e sem chuva também foram analisados trimestralmente, a partir dos dados mensais.

3.3 Análise de tendência

Inicialmente, foi realizada uma análise descritiva dos resultados para obtenção de gráficos de linhas, com intuito de caracterizar o comportamento de variações das series anuais e mensais da precipitação máxima, da precipitação total e do número de dias com chuva.

O gráfico de linhas de uma série temporal apresenta os valores da variável em questão para cada mês ou ano do período avaliado, em ordem e ligados por uma única linha. Ainda, foi acrescentado ao gráfico uma linha de tendência, obtida por meio do ajuste de um modelo de regressão linear simples entre a variável de interesse e o tempo utilizando o *Software Microsoft Office Excel*.

Para verificar a existência de tendência nas séries anuais e mensais da precipitação máxima, da precipitação total e do número de dias com chuva, foi utilizado o teste de Mann (1945) e Kendall (1975), além da aplicação do teste de Mann-Kendall Sazonal para o caso das séries mensais.

O teste de Mann Kendall é um dos testes não paramétricos mais utilizados para a detecção de tendência em séries de dados hidrológicos, utilizados por autores como Back (2001), Carmello e Sant'anna Neto (2015), Hiera et al. (2019), Pinheiro et al. (2013) e Pinheiro e Vide (2018).

O teste não paramétrico de Mann-Kendall avalia a presença de tendência em uma série temporal, seja linear ou não linear (Machiwal, 2012). Seja a série x_t , com $t = 1, \dots, n$, a estatística de Mann-Kendall representa o número de diferenças positivas menos o número de diferenças negativas de todas as comparações consideradas, e é calculada a partir de:

$$S = \sum_{j=1}^{n-1} \sum_{k=j+1}^n \text{sgn}(x_j - x_k) \quad \text{Eq. (1)}$$

em que cada observação $\text{sgn}(x_j - x_k)$ é definido da seguinte forma:

$$\begin{aligned}
 \text{sgn}(x_j - x_k) &= 1, \text{ se } x_j - x_k > 0 \\
 \text{sgn}(x_j - x_k) &= 0, \text{ se } x_j - x_k = 0 \\
 \text{sgn}(x_j - x_k) &= -1, \text{ se } x_j - x_k < 0
 \end{aligned}
 \tag{Eq. (2)}$$

E sua respectiva variância, sendo g o número de empates e e_i o número de observações no i -ésimo grupo empatado, é dada por:

$$\text{var}(S) = \frac{1}{18} [n(n-1)(2n+5) - \sum_{i=1}^g e_i(e_i-1)(2e_i+5)]
 \tag{Eq. (3)}$$

Para $n \rightarrow \infty$, S é normalmente distribuída. Assim, a estatística do teste Z pode ser escrita:

$$Z = \frac{S+m}{\sqrt{\text{var}(S)}}
 \tag{Eq. (4)}$$

com $m = 1$ se $S < 0$ ou $m = -1$ se $S > 0$. Se o valor de S é igual a zero, a estatística Z também é tomada como zero. Os valores absolutos obtidos para Z são comparados com os valores críticos obtidos da distribuição normal padrão. Ainda, foi obtida a estatística τ de Mann-Kendall, cujo sinal indica se a tendência é crescente ($\tau > 0$) ou decrescente ($\tau < 0$), e é dada por:

$$\tau = \frac{2S}{n(n-1)}
 \tag{Eq. (5)}$$

Já o teste Mann-Kendall Sazonal, que avalia a presença de tendência em uma série considerando a presença de sazonalidade, foi proposto por Hirsch et al. (1982), sendo que a estatística S_i ($i = 1, \dots, 12$) é calculada similarmente a estatística S da versão original do teste para cada mês. Assim, a estatística S' da versão sazonal é dado por:

$$S' = \sum_{i=1}^{12} S_i
 \tag{Eq. (6)}$$

Considerando independência entre os meses, a variância de S' também é dada pelo somatório das variâncias calculadas para cada mês, isto é, $var(S') = \sum_{i=1}^{12} var(S_i)$, enquanto a estatística do teste é obtida do mesmo modo, considerando os valores de S' e $var(S')$. Já a estatística τ' de Mann-Kendall referente ao teste sazonal é dada pela média dos valores de τ_i , calculados para cada mês

$$\tau' = \frac{1}{12} \sum_{i=1}^{12} \tau_i \quad \text{Eq. (7)}$$

Todas as análises foram realizadas com o auxílio do ambiente estatístico R (*R Development Core Team*, 2016), versão 3.3.1.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Caracterização da precipitação

Nos valores médios mensais de precipitação para Campo Mourão e Maringá (Figura 2). Observa-se que o padrão de distribuição ao longo do ano é muito semelhante, porém os valores foram diferentes quando comparados, em alguns meses, sendo o resultado esperado considerando-se a proximidade dos locais.

Para Campo Mourão os meses de janeiro, fevereiro, outubro e dezembro foram os mais chuvosos, pois a precipitação superou 150 mm, dando destaque para janeiro e dezembro com média mensal de 199 mm e 183,51 mm, respectivamente.

Em Maringá, é possível perceber que há valores mensais superiores a Campo Mourão, nos meses de janeiro, fevereiro, março, novembro e dezembro, sendo janeiro e dezembro os meses com maior média mensal de 205,27 mm e 185,35 mm, respectivamente.

No decorrer dos meses de abril a agosto ocorreu uma redução da pluviosidade, tanto para Campo Mourão quanto para Maringá, com exceção do mês de maio, de forma que os meses de julho e agosto representam a menor média durante a série histórica.

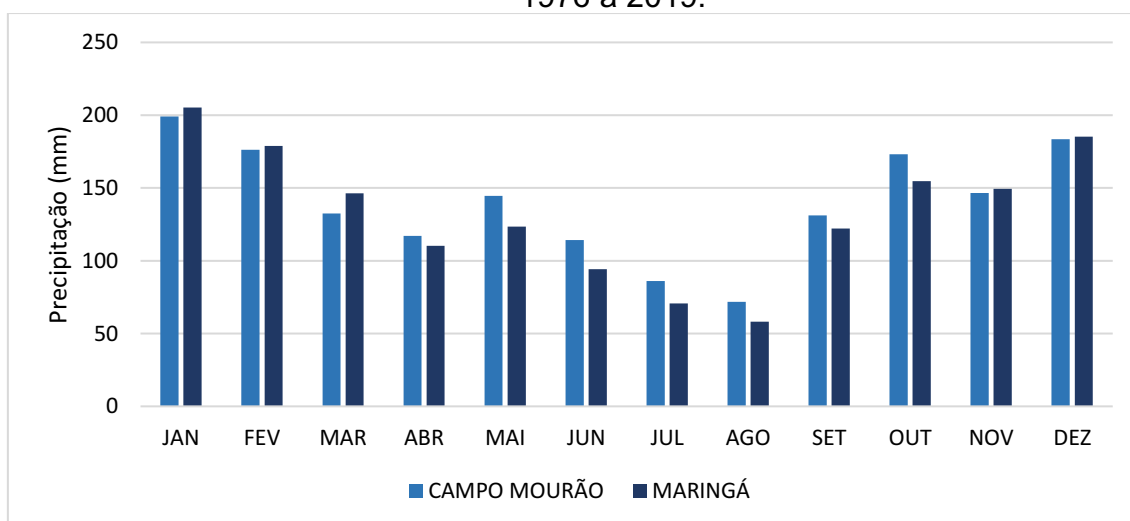
Comparando com os estudos de Pires (2018), sobre a caracterização da precipitação da bacia hidrográfica do rio Piquiri no período de 1972 a 2012, ocorreram valores semelhantes na média mensal de volume pluviométrico, em janeiro, fevereiro, outubro e dezembro, e os meses com menor precipitação foram junho, julho e agosto. Houveram também ocorrências de valores elevados em maio e outubro, por serem meses de transição entre as estações. Neste caso, o mês de maio marca a transição do período quente do verão e também do início do outono para o período mais frio do final deste e início do inverno. Neste momento as temperaturas podem estar elevadas em virtude das ainda presentes massas de ar tropicais que dominam o cenário climático da região durante a estação das altas temperaturas, porém, também já começam a ocorrer avanços de massas polares mais intensas, ampliando o contraste entre elas, intensificando as instabilidades atmosféricas e gerando frentes polares mais intensas e com maior poder de geração de chuvas. O mesmo cenário ocorre durante o mês de outubro, mas de forma

inversa, ou seja, as massas polares ainda podem atuar na região, mesmo que de forma menos intensificada, todavia já se verifica a presença mais marcante novamente das massas tropicais que futuramente, geralmente a partir de novembro, poderão dar lugar até mesmo às equatoriais.

Constatou-se ainda que de janeiro a março e de novembro a dezembro as chuvas são mais volumosas em Maringá quando comparadas à Campo Mourão, mas de abril a outubro elas se concentram mais na região desta última cidade. Tal regime expressa bem as características das dinâmicas das massas de ar atuantes em ambos locais.

Em Maringá, por estar localizada mais ao norte, exatamente na linha do Trópico de Capricórnio, as chuvas são mais concentradas nos períodos de maior atividade das massas de ar tropicais e equatoriais, na primavera e principalmente o verão, enquanto que em Campo Mourão, mais ao sul, as chuvas de meados do ano se associam mais às incursões das frentes polares, que alcançam este município com maior facilidade, ainda que elas se encontrem muito próximas geograficamente, aliás, tal proximidade evidencia as poucas diferenças nos valores mensais de chuvas. Por outro lado, estas condições conferem a Campo Mourão, ainda que de forma quase imperceptível, um regime pluviométrico que se aproxima mais do clima subtropical, ou seja, com chuvas mais bem distribuídas ao longo do ano, ao passo que Maringá já passa a ter um pouco mais das características da tropicalização.

Figura 2 – Precipitação Média mensal para Campo Mourão e Maringá no período de 1976 a 2019.

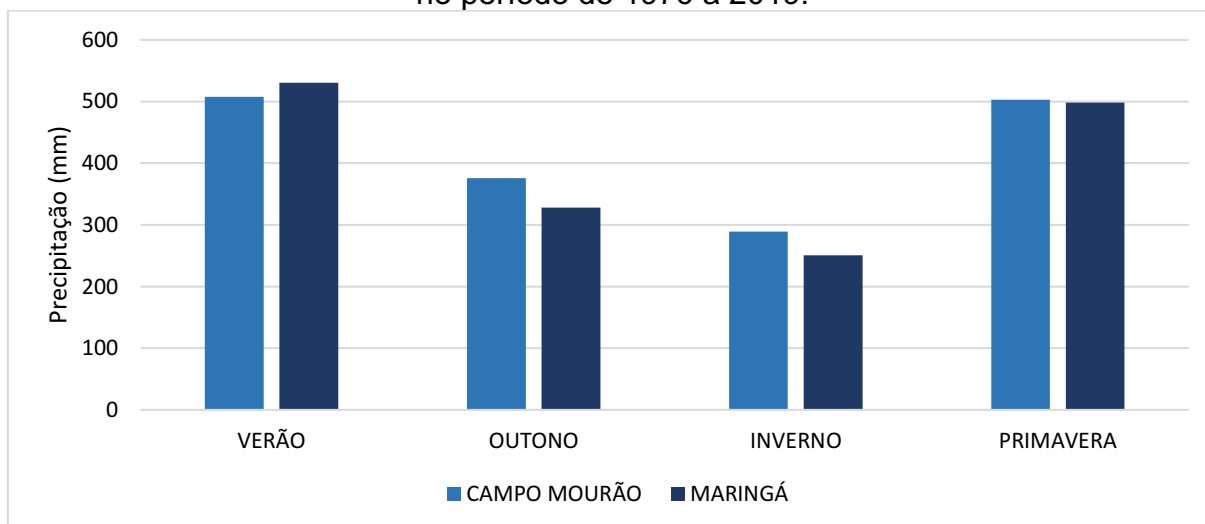


Fonte: Autoria própria (2020).

Na média sazonal da precipitação para Campo Mourão e Maringá (Figura 3), nota-se que em Campo Mourão as estações do verão e primavera acumularam maiores volumes, com um total no verão de 507,67 e 503,21 mm na primavera. Observa-se ainda que o outono por ser uma estação de transição e mais instável, totaliza 375,77 mm, já o inverno, por ser a estação mais seca devido à presença mais intensa da massa Polar Atlântica mais fria e estável, apresenta apenas 288,88 mm.

A média de precipitação durante o verão e a primavera em Maringá é de 530,47 mm e 498,51 mm, respectivamente, sendo que no verão o valor é levemente superior ao registrado em Campo Mourão, evidenciando novamente as características anteriormente aventadas para o regime mensal de chuva. O outono e o inverno apresentam valores levemente inferiores aos em Campo Mourão, com medias de 327,81 e 250,82 mm, respectivamente.

Figura 3 - Precipitação Média sazonal da precipitação de Campo Mourão e Maringá no período de 1976 a 2019.



Fonte: Autoria própria (2020).

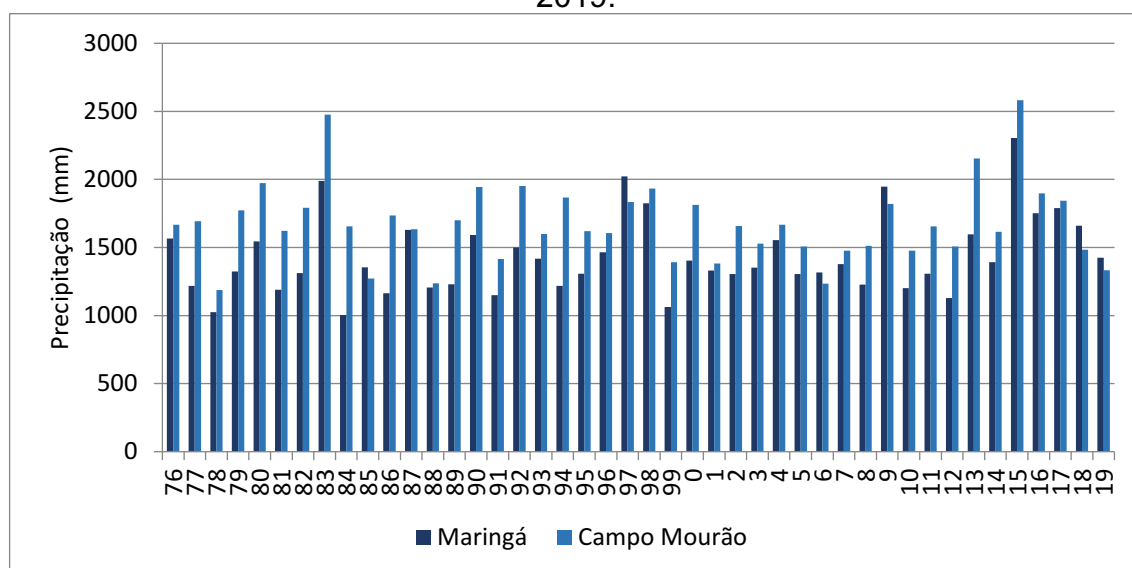
Na distribuição total anual da precipitação nas áreas estudadas (Figura 4). A média climatológica anual para Campo Mourão foi de 1675,53 mm. Pode-se verificar que, a precipitação foi mais elevada nos anos de 1983, 2013 e 2015, quando os totais anuais foram superiores a 2.000 mm. Os anos de 1978, 1985, 1988 e 2006

apresentam os menores valores de precipitação total anual durante a série histórica com 1.186,8, 1.271,0, 1.236,7 e 1.233,4 mm, respectivamente.

A média climatológica anual para Maringá foi de 1598,61 mm. Analisando a precipitação total anual de Maringá, nota-se que somente os anos de 1997 e 2015 apresentaram totais anuais superiores a 2.000 mm. É possível perceber ainda que ocorreram anos com precipitação inferior a 1.150 mm, como nos casos dos anos de 1978, 1984, 1999 e 2012, que apresentaram os valores de, 1.024,3, 1.003,6, 1.063 e 1.128,4 mm respectivamente, sendo estes valores bem a baixo comparados daqueles registrados em Campo Mourão.

Analisando a série histórica das duas localidades, notou-se que apenas 13,63% dos anos a precipitação pluviométrica total registrada em Maringá foi acima dos valores registrados em Campo Mourão (Figura 4).

Figura 4 - Precipitação total anual Campo Mourão e Maringá no período de 1976 a 2019.



Fonte: Autoria própria (2020).

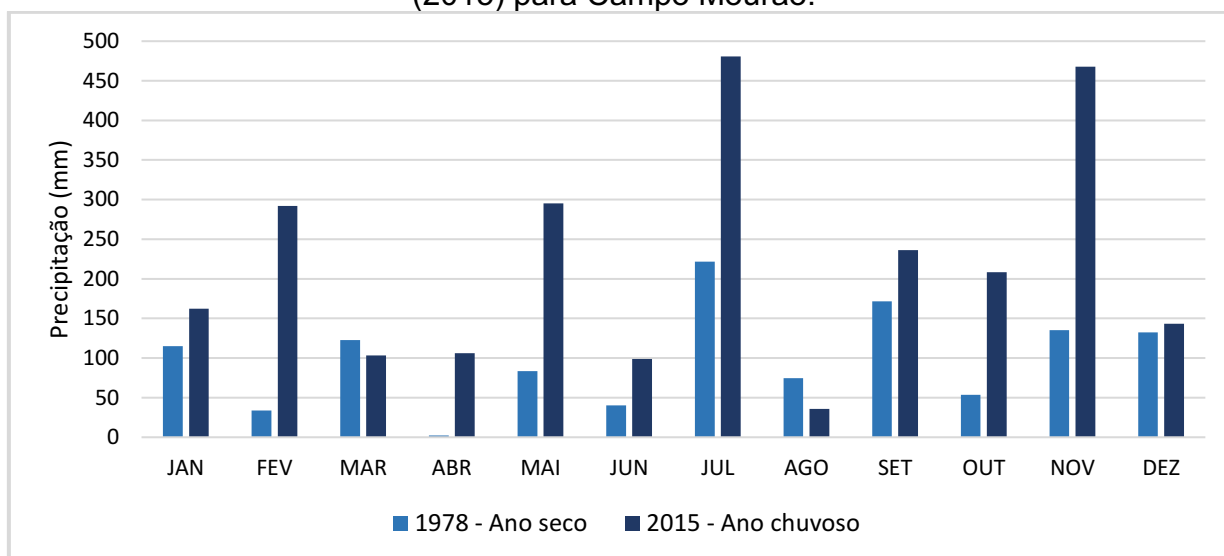
Numa análise comparativa entre o ano seco e o mais chuvoso (Figura 5 e 6), foi observado que o ano de 2015 foi o mais chuvoso para as duas localidades com 2.582,0 mm para Campo Mourão e 2.304,8 mm para Maringá.

Em relação a Campo Mourão, para o ano de 2015 mais chuvoso (Figura 5), nota-se que julho e novembro foram os únicos meses que passaram dos 300 mm de

precipitação, com 480,6 e 467,9 mm, respectivamente. O mês menos chuvoso foi agosto com 35,6 mm, sendo o único mês com menos de 50 mm de precipitação.

Em relação ao ano seco (1978), nota-se que em todos os meses ocorreram precipitação e que no mês de agosto os valores de precipitação foram maiores que no ano de 2015 com 74,40 mm.

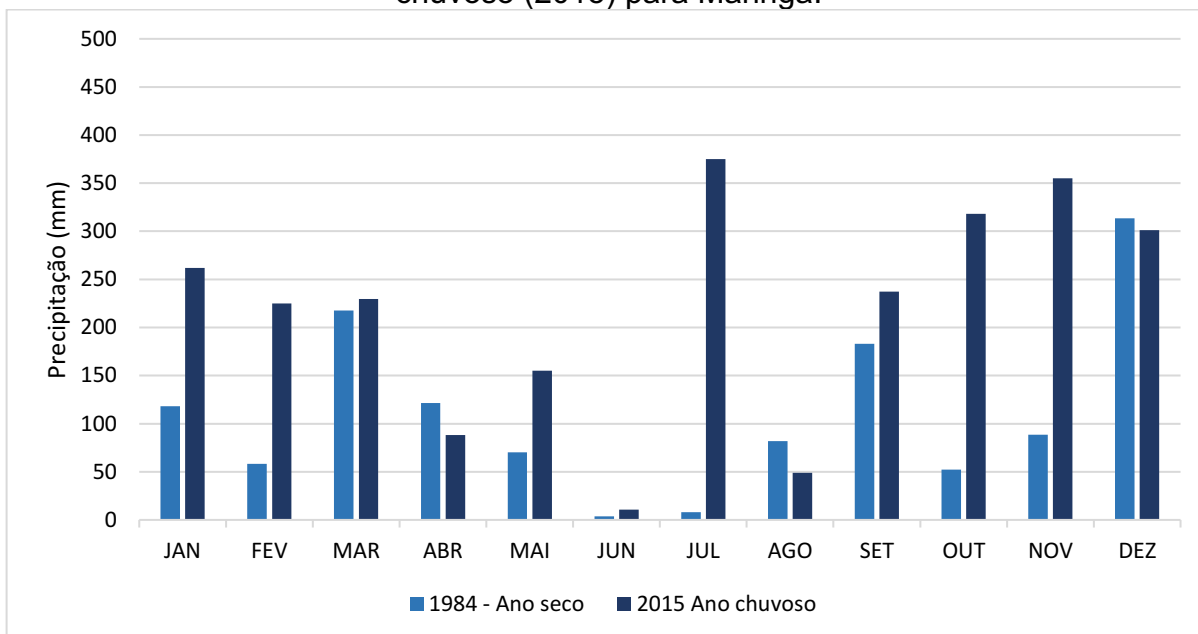
Figura 5 – Precipitação total mensal do ano mais seco (1978) e mais chuvoso (2015) para Campo Mourão.



Fonte: Autoria própria (2020).

Analisando agora os valores de Maringá (Figura 6) e relacionando-os com Campo Mourão (Figura 5), nota-se que ocorreram quatro meses que passaram dos 300 mm de precipitação, sendo eles julho, outubro, novembro e dezembro, com total mensal de 375,0, 318,0, 354,99 e 301,1 mm, respectivamente, e com os valores mais expressivos registrados nos mesmos meses que em Campo Mourão. O mês menos chuvoso foi julho com 10,6mm, contradizendo a média da série estudada, que indicou ser agosto o mês menos chuvoso na maioria dos anos.

Figura 6 – Precipitação total mensal do ano menos chuvoso (1984) e o mais chuvoso (2015) para Maringá.



Fonte: Autoria própria (2020).

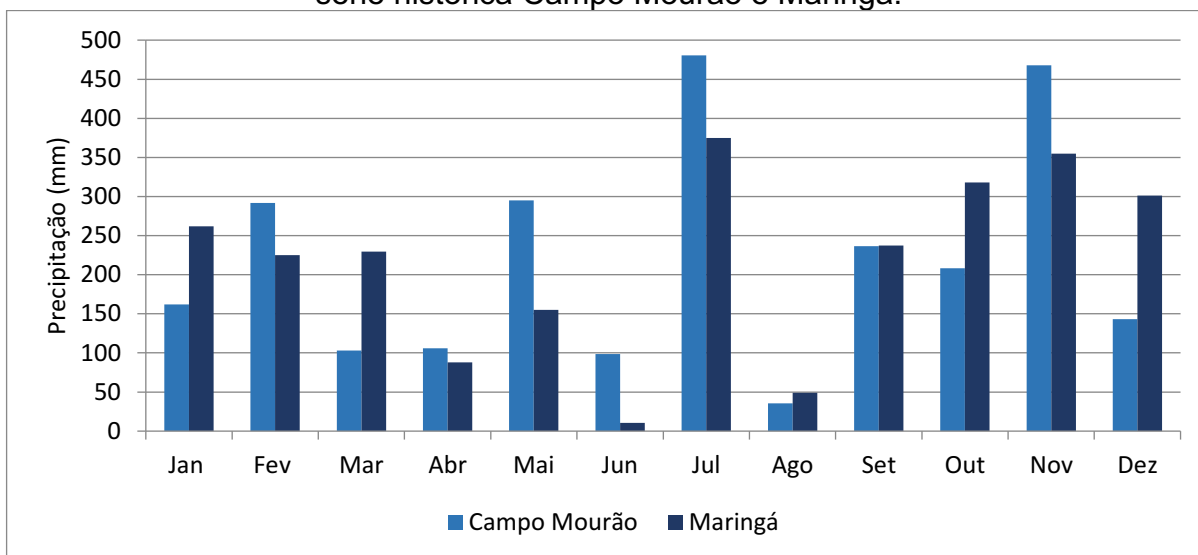
Os valores mensais para o ano mais chuvoso (2015), tanto para Maringá quanto para Campo Mourão, (figura 7) mostram que mesmo as cidades estando geograficamente próximas, a uma distância de 90 km, a precipitação não apresentou similaridade de valores ao longo do ano, com exceção apenas dos meses de abril, agosto e setembro, o que pode indicar que o fenômeno El Niño, muito atuante e intenso durante todo aquele ano, é capaz de alterar profundamente o regime pluviométrico normal da região.

Neste mesmo ano os maiores valores mensais ficaram concentrados no segundo semestre para as duas localidades, concordando com o período de maior intensificação do fenômeno El Niño. No mês de julho os valores foram acima de 350 mm, lembrando que para este mês a média mensal climatológica para Campo Mourão é de 86 mm e para Maringá de 70 mm como já demonstrado através da figura 2.

Segundo Nery (2005) a variabilidade da precipitação pluviométrica na região Sul é expressivamente complexa, com diversas atividades dinâmicas, como massas polares, sistema convectivos, maritimidade e continentalidade, ambas interferindo diretamente na temperatura e umidade. Os dados aqui apresentados não somente

concordam com tal apontamento, como também comprovam que fenômenos macro escalares, como o El Niño, podem suplantar ainda mais essa complexidade.

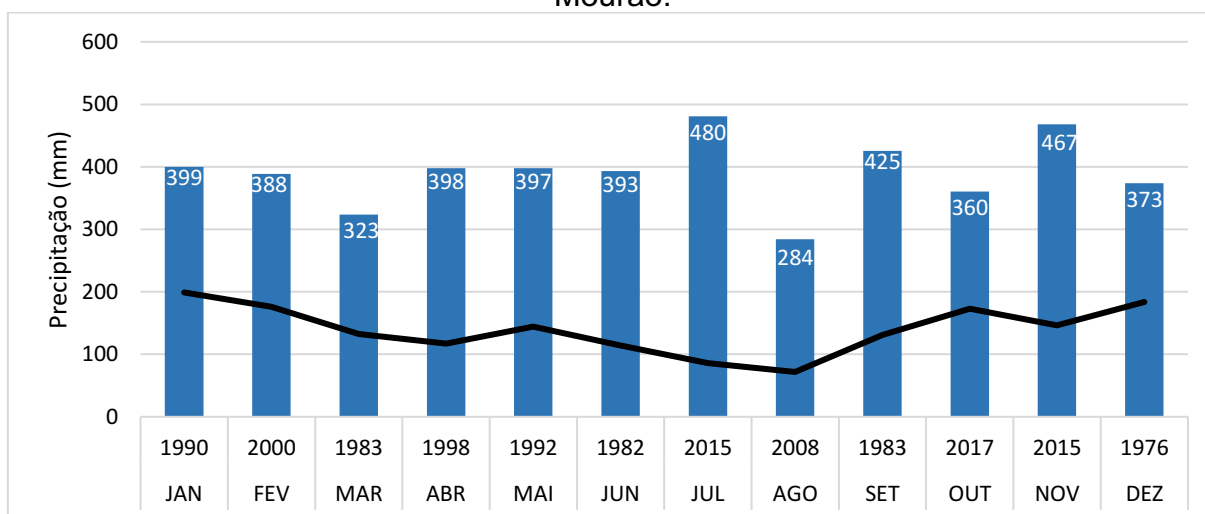
Figura 7 – Precipitação total mensal para o ano de (2015) ano mais chuvoso da série histórica Campo Mourão e Maringá.



Fonte: Autoria própria (2020).

A Figura 8 representa a precipitação máxima mensal registrada em todo o período analisado e seu respectivo ano de ocorrência. Em Campo Mourão os meses que ocorreram maior valor de precipitação máxima foram julho e novembro com 480 mm e 467 mm nessa ordem, exatamente durante o ano de 2015, já relatado como ano mais chuvoso da série histórica para a cidade. Apenas dois meses estiveram abaixo dos 350 mm de precipitação, sendo março com 323 mm e agosto com 284 mm. E somente dois anos se repetem durante os doze meses, 1983 e 2015. Segundo Anjos, Martins e Nery (2001) a variabilidade da precipitação pluviométrica da região noroeste está marcada com períodos úmidos e secos, constatando o ano de 1983 com significativa anomalia positiva.

Figura 8 - Precipitação máxima mensal absoluta e a média mensal de Campo Mourão.



Fonte: Autoria própria (2020).

Em Maringá o mês de maior máxima absoluta foi janeiro com 448 mm no ano de 1990, e o de menor foi agosto, com 247 mm no ano de 2018. Ressalta-se neste caso que os valores máximos de março, abril e setembro ocorreram no ano de 1998, enquanto que os anos de 1997 e 2015 repetem-se duas vezes.

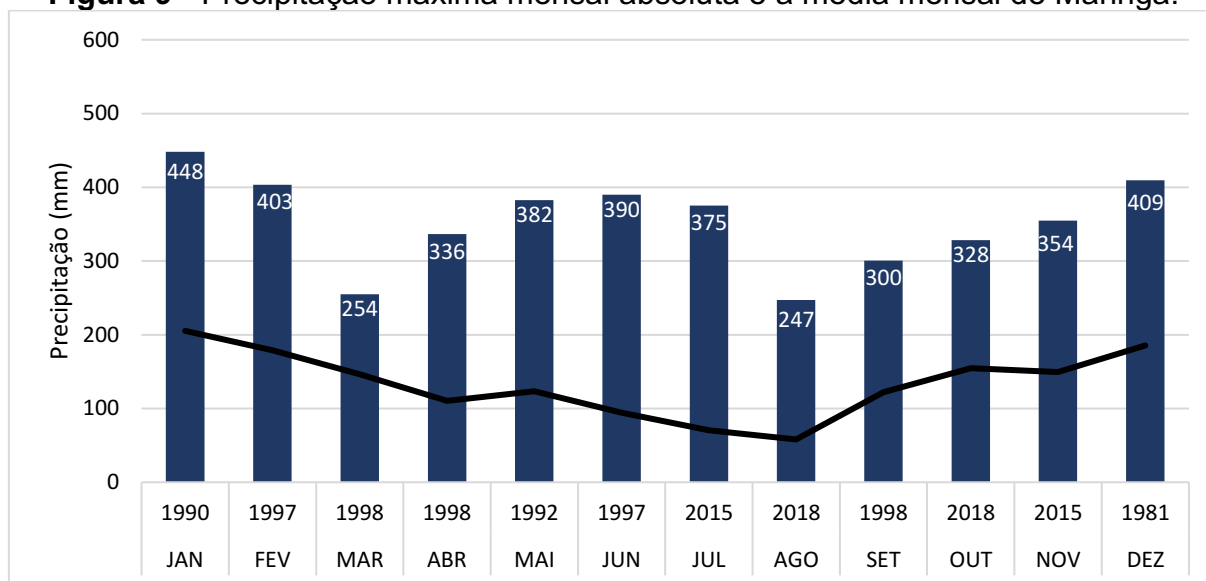
Analisando as figuras 8 e 9 constatou que os maiores valores máximos foram registrados em Campo Mourão. Os meses de março e agosto para as duas localidades os valores foram os mais baixos, porém em anos diferentes.

É importante destacar também que em Maringá a distribuição dos valores máximos não apresenta regularidade, ou seja, podem ocorrer em qualquer mês do ano, enquanto que o mês de julho foi o que se destacou para Campo Mourão, que como já vimos é o mês que segundo a média mensal climatológica é marcado por um decréscimo da precipitação.

Este decréscimo pluvial em julho se deve a alguns padrões de sistemas atmosféricos atuantes no inverno explicam a redução das chuvas. Segundo Reboita *et al.* (2012), após a passagem de uma frente fria, a massa de ar frio (Polar Atlântica), na retaguarda da frente fria, provoca uma queda nas temperaturas e a precipitação cessa e o tempo em geral fica ensolarado, porque a massa de ar frio como é densa e seca desfavorece a formação de nuvens e cria condições de alta estabilidade atmosférica.

Por outro lado, aquela maior regularidade na distribuição das chuvas ao longo do ano para Campo Mourão e que já foi apontada anteriormente como sendo típico de climas subtropicais, aparece novamente, mas agora relacionada aos valores máximos mensais.

Figura 9 - Precipitação máxima mensal absoluta e a média mensal de Maringá.



Fonte: Autoria própria (2020).

O intervalo de classe de chuva predominante em Campo Mourão Tabela 1 é o de chuva moderada (10,0 – 25,0 mm acumulados em um dia), sendo o mais frequente durante oito meses do ano, variando de 30,6% de frequência em outubro a 33,6% em agosto e dezembro. O intervalo de chuva fraca (2,5 – 10,0 mm) foi o mais frequente em fevereiro, março, julho, e novembro variando de 29,9% a 35,1%. O intervalo de chuvisco (0,1 – 2,5 mm) variou de 12,9% em maio a 19,3% em abril. Já o intervalo de chuva forte (25,0 – 50,0 mm), variou de 13,6% em fevereiro a 20,8% em novembro.

Com relação à chuva extrema (mais de 50 mm em um dia), observa-se que é o intervalo menos frequente em todos os meses, não ultrapassando 10% de frequência em nenhum mês, tendo a menor frequência em agosto (3,7%) e a maior em maio (9,4%).

Tabela 1 - Percentual correspondente aos intervalos de classe de precipitação em relação ao total de dias com precipitação para cada um dos meses analisados, em Maringá e Campo Mourão.

CAMPO MOURÃO							
*CIP	*IP(mm)	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun (%)
Chuvisco	0,1 -2,5	15,0	17,4	14,8	19,3	12,9	15,2
Chuva Fraca	2,5 -10,0	30,0	35,1	34,4	24,0	25,7	27,2
Chuva Moderada	10,0 -25,0	32,2	28,3	32,0	32,3	31,3	32,9
Chuva Forte	25,0 -50,0	16,6	13,6	14,3	18,0	20,7	19,8
Chuva Extrema	>50,0	6,2	5,6	4,4	6,3	9,4	4,9
Total		100	100	100	100	100	100

CAMPO MOURÃO							
*CIP	*IP(mm)	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez (%)
Chuvisco	0,1 -2,5	15,2	15,0	14,6	15,9	13,9	15,0
Chuva Fraca	2,5 -10,0	33,3	32,7	29,6	25,7	29,9	27,9
Chuva Moderada	10,0 -25,0	28,1	33,6	31,1	30,6	29,6	33,6
Chuva Forte	25,0 -50,0	18,6	15,0	18,3	20,0	20,8	17,1
Chuva Extrema	>50,0	4,8	3,7	6,4	7,8	5,8	6,3
Total		100	100	100	100	100	100

*CIP = Classificação da Intensidade de Precipitação

*IP = Intervalo de Precipitação

Fonte: Autoria própria (2020).

Para Maringá, o intervalo de classes de chuva predominante durante o ano é o de chuva fraca (2,5 – 10,0 mm acumulados em um dia), sendo o mais frequente durante onze meses do ano (Tabela 2), variando de 28,53% de frequência em setembro a 36,92% em julho, além de apresentar certa semelhança com a tabela 1 em fevereiro, março e julho. O intervalo de chuva moderada (10,0 – 25,0 mm) foi o mais frequente em novembro, com 32,05%.

O intervalo de chuvisco (0,1 – 2,5 mm) variou de 13,8% em novembro a 22,90% em julho. Já o intervalo de chuva forte (25,0 – 50,0 mm), variou de 13,41% em fevereiro a 20,0 % em outubro. Novamente com relação à chuva extrema (mais de 50 mm em um dia), observa-se que é o intervalo menos frequente em todos os meses, não ultrapassando 10% de frequência em nenhum mês igualmente a Campo Mourão, tendo menor frequência em agosto e maior em abril de (1,54%) e (7,94%), respectivamente.

Tabela 2 – Percentual correspondente aos intervalos de classe de precipitação em relação ao total de dias com precipitação para cada um dos meses analisados, em Maringá.

MARINGÁ							
*CIP	*IP(mm)	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun (%)
Chuvisco	0,1 -2,5	14,33	15,98	14,60	15,52	14,66	20,60
Chuva Fraca	2,5 -10,0	36,36	33,14	33,33	31,05	32,90	29,59
Chuva Moderada	10,0 -25,0	27,62	31,56	31,39	28,88	26,38	28,46
Chuva Forte	25,0 -50,0	15,73	13,41	15,82	16,61	18,57	16,85
Chuva Extrema	>50,0	5,24	5,92	4,87	7,94	7,49	4,49
Total		100	100	100	100	100	100

MARINGÁ							
*CIP	*IP(mm)	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez (%)
Chuvisco	0,1 -2,5	22,90	22,05	17,79	13,42	13,08	15,90
Chuva Fraca	2,5 -10,0	36,92	31,28	28,53	30,79	31,79	34,19
Chuva Moderada	10,0 -25,0	19,16	30,26	28,22	28,95	32,05	28,43
Chuva Forte	25,0 -50,0	17,29	14,87	19,94	20,00	18,72	15,71
Chuva Extrema	>50,0	3,74	1,54	5,52	6,84	4,36	5,77
Total		100	100	100	100	100	100

*CIP = Classificação da Intensidade de Precipitação

*IP = Intervalo de Precipitação

Fonte: Autoria própria (2020).

Analisando-se o percentual de dias com precipitação em Campo Mourão (Tabela 3), vê-se que fevereiro apresentou o maior percentual de dias com precipitação (40,3%), sendo assim o único mês que ultrapassou a marca de 40% de dias com precipitação, enquanto agosto apresentou o menor percentual (15,68%). Observa-se que os 2º e 3º trimestres apresentam menor percentual de dias com chuva, visto que abril, maio, junho, julho, agosto e setembro possuem menos de 25% de dias nessas circunstâncias. Tais resultados, associados aos demais apresentados anteriormente na figura 8, demonstram que as chuvas durante estes dois trimestres tendem a serem mais volumosas, uma vez que nestes períodos costumam ocorrerem também os valores máximos mensais.

Tabela 3 - Percentual de dias com precipitação em relação ao total de dias analisados em Campo Mourão no período de 1976 a 2019.

Campo Mourão			
Mês	Total de dias de estudos	Dias com precipitação	Percentual (%)
Jan	1364	500	36,65
Fev	1243	501	40,3
Mar	1364	384	28,15
Abr	1320	300	22,72
Mai	1364	319	23,38
Jun	1320	283	21,43
Jul	1364	231	16,93
Ago	1364	214	15,68
Set	1320	328	24,84
Out	1364	409	29,98
Nov	1320	361	27,34
Dez	1364	473	34,67
Total	16071	4303	26,77

Fonte: Autoria própria (2020).

Ao observar os percentuais de dias com precipitação de Maringá (Tabela 4), nota-se que janeiro e fevereiro apresentaram os maiores valores, de 41,93% e 40,78%, respectivamente. Estes foram sendo os únicos meses que ultrapassaram a marca de 40% de dias de chuva. Observa-se também que os 2º e 3º trimestres, quando comparados a Campo Mourão são semelhantes, pois possuem menos de 25% de dias nessas condições. Comparando os dias de precipitação nesse período menos chuvoso, nota-se que Maringá teve um menor valor de dias com chuva em relação a Campo Mourão, totalizando 1.586 e 1675, respectivamente.

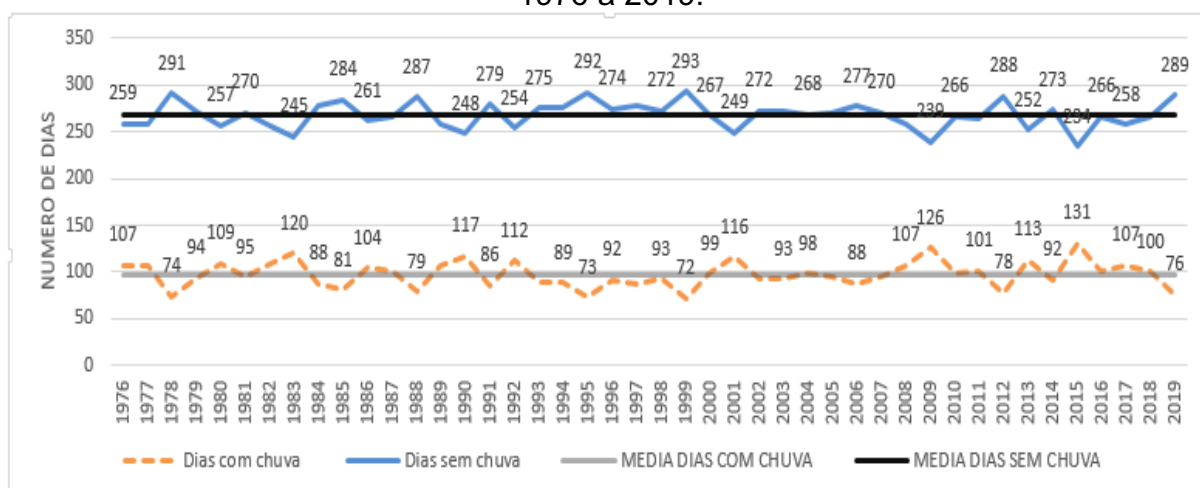
Tabela 4 - Percentual de dias com precipitação em relação ao total de dias analisados em Maringá no período de 1976 a 2019.

Maringá			
Mês	Total de dias de estudos	Dias com precipitação	Percentual (%)
Jan	1364	572	41,93
Fev	1243	507	40,78
Mar	1364	411	30,13
Abr	1320	277	20,98
Mai	1364	307	22,5
Jun	1320	267	20,22
Jul	1364	214	15,68
Ago	1364	195	14,29
Set	1320	326	24,69
Out	1364	380	27,85
Nov	1320	390	29,54
Dez	1364	503	36,87
Total	16071	4349	27,06

Fonte: Autoria própria (2020).

A figura 10 ilustra o total de ocorrência de dias de chuva em, Campo Mourão e o ano de 2015 foi o de mais dias chuvosos (131 dias), e 1999 o ano com menos dias de chuva (72 dias). A média obtida para a série histórica foi de 97,5 dias com chuva por ano e 267,5 dias sem chuva.

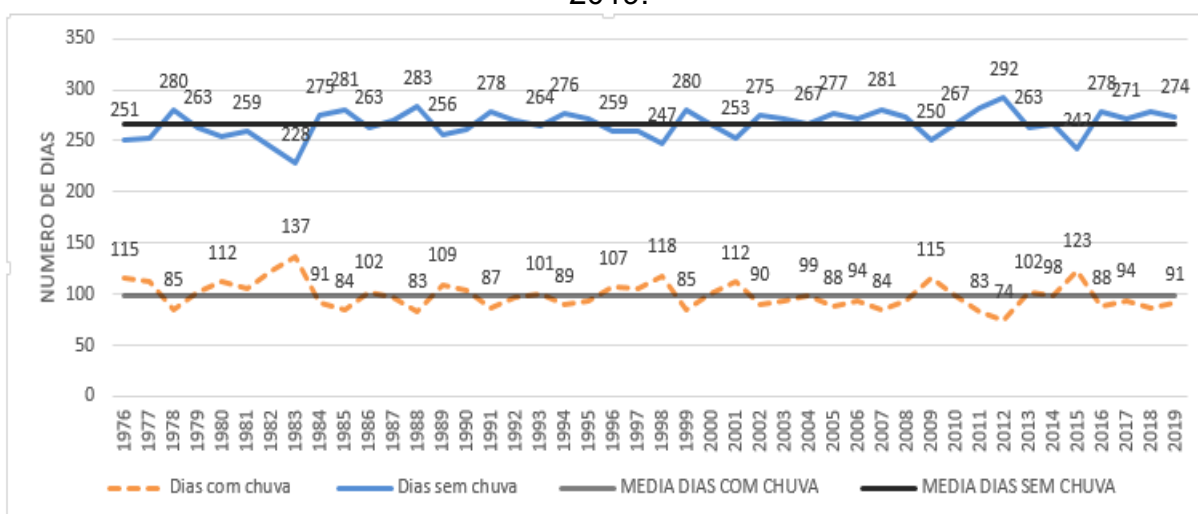
Figura 10 - Total de dias de ocorrência de chuva em Campo Mourão no período de 1976 a 2019.



Fonte: Autoria própria (2020).

O ano com mais episódios de dias de chuva em Maringá foi 1983 com 137 dias, enquanto que 2012 foi o ano com menor ocorrência de dias com chuva, totalizando 74 dias (Figura 11). A média de dias com chuva obtida para o período estudado foi de 98,8 dias e 266,2 dias sem chuva, sendo levemente maior quando comparada com a de Campo Mourão.

Figura 11 - Total de dias de ocorrência de chuva em Maringá no período de 1976 a 2019.



Fonte: Autoria própria (2020).

Como visto, há, portanto, muita similaridade nos dias com e sem chuvas em ambas as localidades ao longo da série histórica. Com isso, os maiores volumes de chuvas em Campo Mourão ao longo dos meses do meio do ano mais uma vez podem ser associados a chuvas mais volumosas, possivelmente associados à atuação das frentes polares.

4.2. Análise da tendência da precipitação

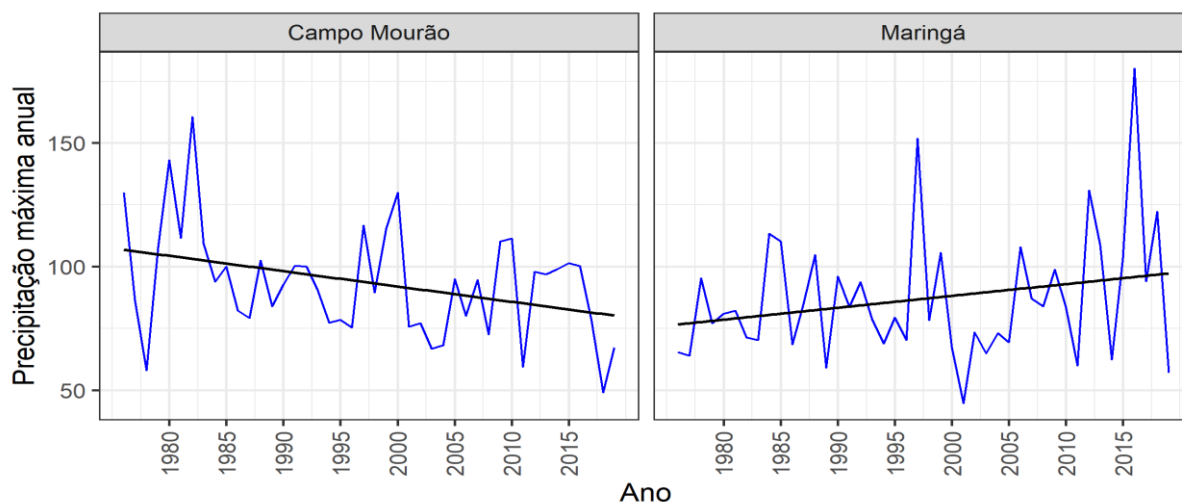
4.2.1. Análise anual

A seguir são apresentadas as séries de tendência anuais, por postos, considerando a precipitação máxima, precipitação total e número de dias com chuva.

Para Campo Mourão e Maringá foi mostrada a **precipitação máxima anual** (Figura 12), a qual fica visível que há um decréscimo na sua tendência ao longo dos

anos em Campo Mourão, em que o valor máximo da série é atingido no início do período, sendo de 160,5 milímetro em 1982. Já para Maringá, o contrário é observado, havendo um aumento na tendência, embora leve, da precipitação máxima anual ao longo do tempo, com um máximo de 180,2 em 2016.

Figura 12 – Série anual e tendência da precipitação máxima em Campo Mourão e Maringá.



Fonte: Autoria própria (2020).

Os resultados da aplicação do teste não paramétrico de Mann-Kendall à precipitação máxima anual dos dois municípios indica que apenas para Campo Mourão foi observada uma tendência significativa (valor p de 0,035), ao nível de 5% de significância, sendo essa tendência negativa de acordo com o valor de tau, de -0,222 (Tabela 5). Já para Maringá, não há evidências suficientes de tendência significativa.

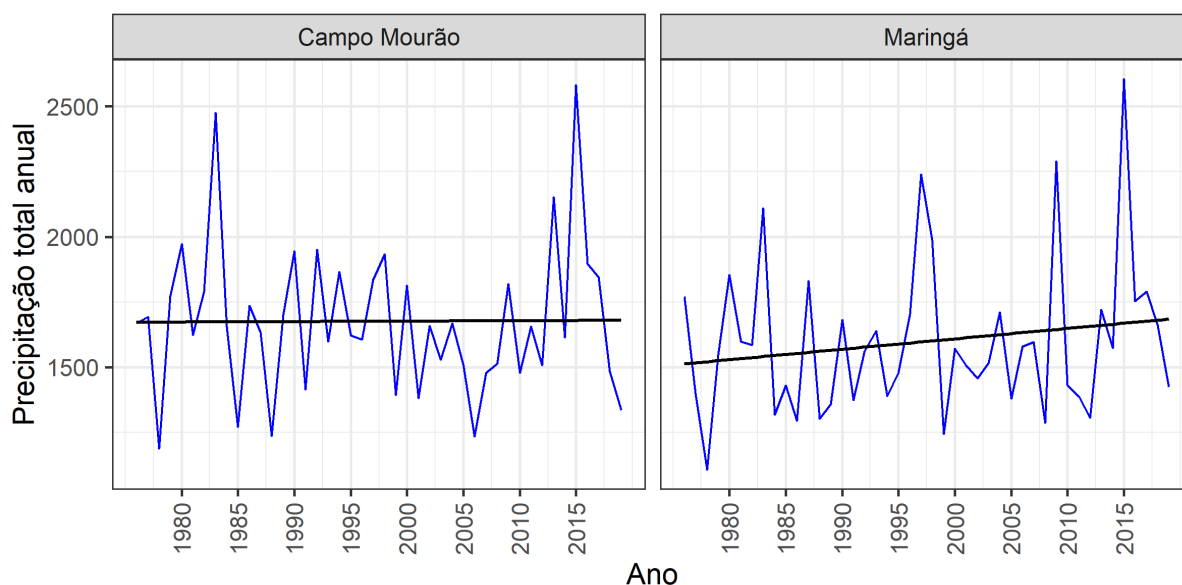
Tabela 5 – Resultado do teste de Mann-Kendall da série anual de precipitação máxima em Campo Mourão e Maringá.

Código	Posto	Z	tau	p	Spearman	Kendall
2452007	Campo Mourão	-2,124	-0,222	0,035	-0,301	-0,222
2351045	Maringá	0,971	0,101	0,337	0,161	0,101

Fonte: Autoria própria (2020).

Com relação a precipitação anual total, embora oscile bastante entre os anos, não há uma tendência clara de modo geral na série histórica de Campo Mourão, e apenas um leve acréscimo ao longo dos anos em Maringá (Figura 13).

Figura 13 – Série anual e tendência da precipitação total em Campo Mourão e Maringá.



Fonte: Autoria própria (2020).

Corroborando com os indícios visuais da Figura 13, vê-se na Tabela 6 que nenhum dos municípios apresentou tendência significativa da precipitação total anual, ao nível de 5% de significância, de acordo com os resultados do teste de Mann-Kendall.

Tabela 6 – Resultado do teste de Mann-Kendall da série anual de precipitação total em Campo Mourão e Maringá.

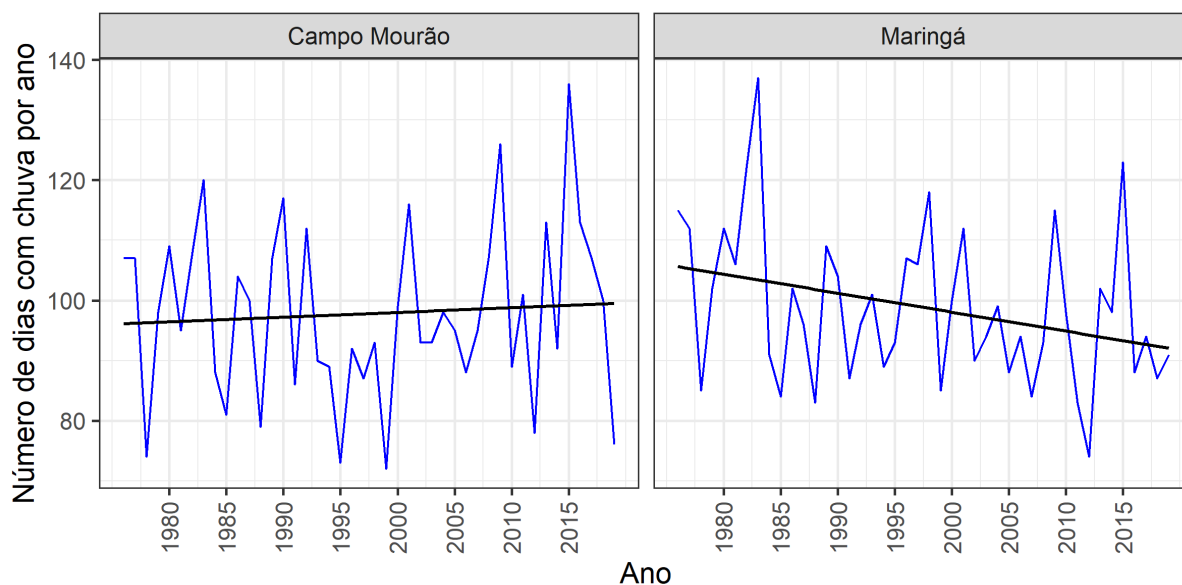
Código	Posto	Z	tau	p	Spearman	Kendall
2452007	Campo Mourão	-1,193	-0,125	0,237	-0,176	-0,125
2351045	Maringá	1,335	0,140	0,185	0,180	0,140

Fonte: Autoria própria (2020).

Considerando o **número de dias com chuva anual**, vê-se na figura 14 que Maringá apresenta uma leve tendência de decréscimo ao longo do período, enquanto que em Campo Mourão, embora também leve, a tendência é de aumento.

Destaca-se que em ambos os postos não foram registrados mais de 140 dias com chuvas em um dos anos do período considerado.

Figura 14 – Série anual e tendência do número de dias com chuva em Campo Mourão e Maringá.



Fonte: Autoria própria (2020).

De acordo com os resultados apresentados na tabela 7, nota-se que ao nível de 5% de significância, nenhuma das séries apresentou tendência significativa, seja positiva ou negativa, de acordo com os resultados do teste de Mann-Kendall.

Tabela 7 – Resultado do teste de Mann-Kendall da série anual de número de dias com chuva em Campo Mourão e Maringá.

Código	Posto	Z	tau	p	Spearman	Kendall
2452007	Campo Mourão	1,050	0,114	0,298	0,169	0,114
2351045	Maringá	-0,889	-0,097	0,380	-0,130	-0,097

Fonte: Autoria própria (2020).

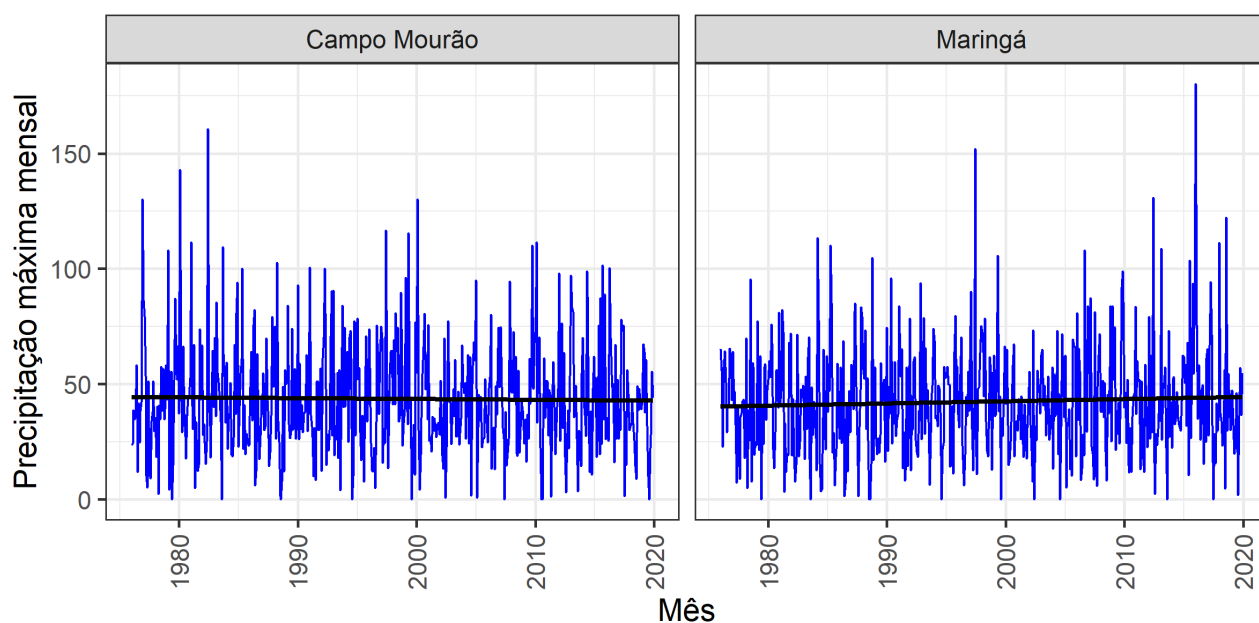
4.2.2. Análise mensal

Além do cálculo das variáveis por ano, também foram avaliadas as séries mensais, tanto da precipitação máxima e total, quanto do número de dias com chuva, sendo os resultados apresentados a seguir.

A série mensal da variável referente a precipitação máxima para os 2 postos avaliados é apresentada na figura 15. Ao contrário das séries anuais, por meio

desse gráfico é difícil detectar visualmente uma tendência de crescimento ou decréscimo da precipitação máxima ao longo do período dado a grande oscilação e também a presença de sazonalidade nas séries. Dessa forma, para avaliação da tendência, na sequência são apresentados os resultados do teste de Mann-Kendall e também o de Mann-Kendall Sazonal, aplicados às séries mensais.

Figura 15 – Série mensal e tendência da precipitação máxima em Campo Mourão e Maringá.



Fonte: Autoria própria (2020).

Pelos resultados do teste de Mann-Kendall, (Tabela 8), nota-se que o coeficiente tau foi negativo para Campo Mourão e positivo para Maringá, entretanto, os valores foram muito próximos de zero, indicando que ambos não se mostraram significativos.

Tabela 8 – Resultado do teste de Mann-Kendall da série mensal de precipitação máxima em Campo Mourão e Maringá

Código	Posto	Z	tau	p	Spearman	Kendall
2452007	Campo Mourão	-0,031	-0,001	0,976	-0,001	-0,001
2351045	Maringá	0,530	0,015	0,596	0,021	0,015

Fonte: Autoria própria (2020).

Considerando agora a versão sazonal do teste de Mann-Kendall (Tabela 9), observa-se que ainda os coeficientes tau mantiveram-se próximos de zero, não sendo expressivos, portanto ao nível de 5% de significância.

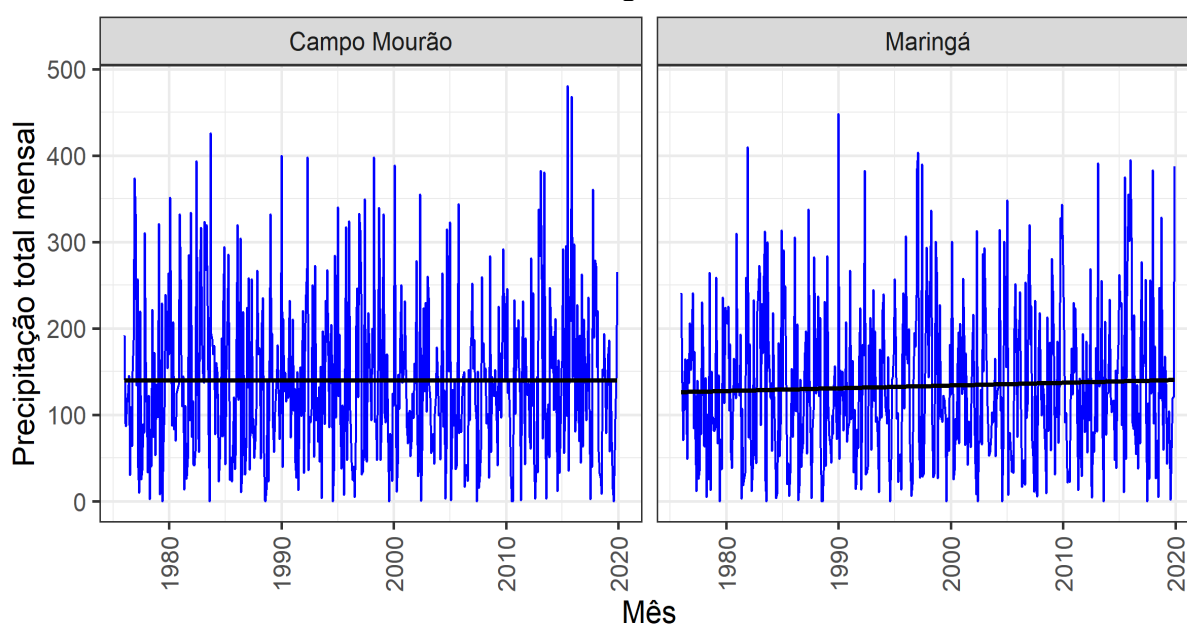
Tabela 9 – Resultado do teste de Mann-Kendall Sazonal da série mensal de precipitação máxima em Campo Mourão e Maringá.

Código	Posto	Z	tau	P	Spearman	Kendall
2452007	Campo Mourão	-0,245	-0,007	0,806	-0,001	-0,001
2351045	Maringá	0,567	0,017	0,571	0,021	0,015

Fonte: Autoria própria (2020).

As séries mensais de precipitação total nos 2 municípios são apresentadas na Figura 16. Assim como para a análise anual, observa-se tanto na figura 16, quanto na tabela 10 que não foram observadas evidências suficientes de uma tendência significativa da precipitação total, seja de crescimento ou decrescimento, para todos os postos avaliados, considerando os resultados do teste de Mann-Kendall aplicado a série mensal.

Figura 16 – Série mensal e tendência da precipitação total em Campo Mourão e Maringá.



Fonte: Autoria própria (2020).

Tabela 10 – Resultado do teste de Mann-Kendall da série mensal de precipitação total em Campo Mourão e Maringá.

Código	Posto	Z	tau	p	Spearman	Kendall
2452007	Campo Mourão	0,250	0,007	0,803	0,010	0,007
2351045	Maringá	0,658	0,019	0,511	0,026	0,019

Fonte: Autoria própria (2020).

Da mesma forma, aplicando-se a versão sazonal do teste de Mann-Kendall, vê-se que os totais mensais pluviométricos se mantiveram constante entre o período de 1976 a 2019, ao nível de 5% de significância (Tabela 11).

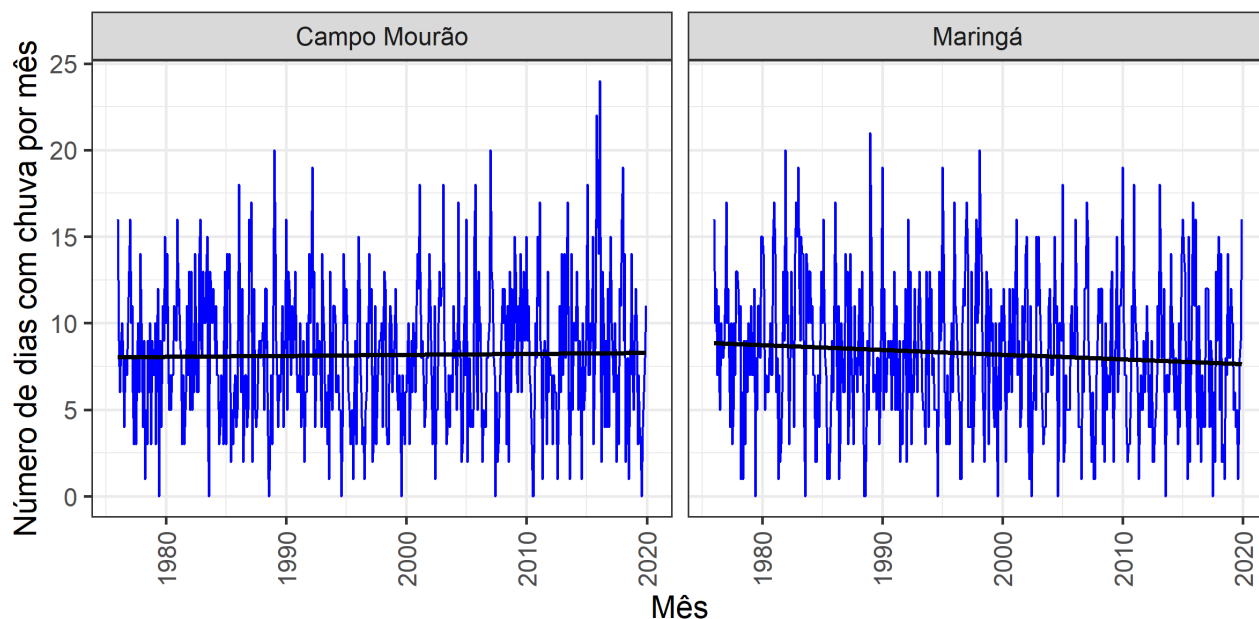
Tabela 11 – Resultado do teste de Mann-Kendall Sazonal da série mensal de precipitação total em Campo Mourão e Maringá.

Código	Posto	Z	tau	p	Spearman	Kendall
2452007	Campo Mourão	-0,032	-0,001	0,974	0,010	0,007
2351045	Maringá	0,835	0,025	0,404	0,026	0,019

Fonte: Autoria própria (2020).

Na Figura 17 é apresentada a série mensal do número de dias com chuva em Campo Mourão e Maringá. Vê-se que para Maringá foi observada uma tendência negativa significativa do número de dias com chuva (valor p de 0,042), embora fraca (tau de -0,061), enquanto que para Campo Mourão, não foi detectada significância da tendência da série para a mesma variável (Tabela 12).

Figura 17 – Série mensal e tendência do número de dias com chuva em Campo Mourão e Maringá.



Fonte: Autoria própria (2020).

Tabela 12 – Resultado do teste de Mann-Kendall da série mensal de número de dias com chuva em Campo Mourão e Maringá.

Código	Posto	Z	tau	p	Spearman	Kendall
2452007	Campo Mourão	0,060	0,002	0,952	0,003	0,002
2351045	Maringá	-2,030	-0,061	0,042	-0,088	-0,061

Fonte: Autoria própria (2020).

Considerando agora o efeito da sazonalidade nas séries mensais do número de dias com chuva, por meio da aplicação do teste Mann-Kendall Sazonal (Tabela 13), observa-se que a tendência negativa observada na série de Maringá se acentuou e manteve-se significativa (valor p de 0,009 e tau de -0,082).

Tabela 13 – Resultado do teste de Mann-Kendall Sazonal da série mensal de número de dias com chuva em Campo Mourão e Maringá.

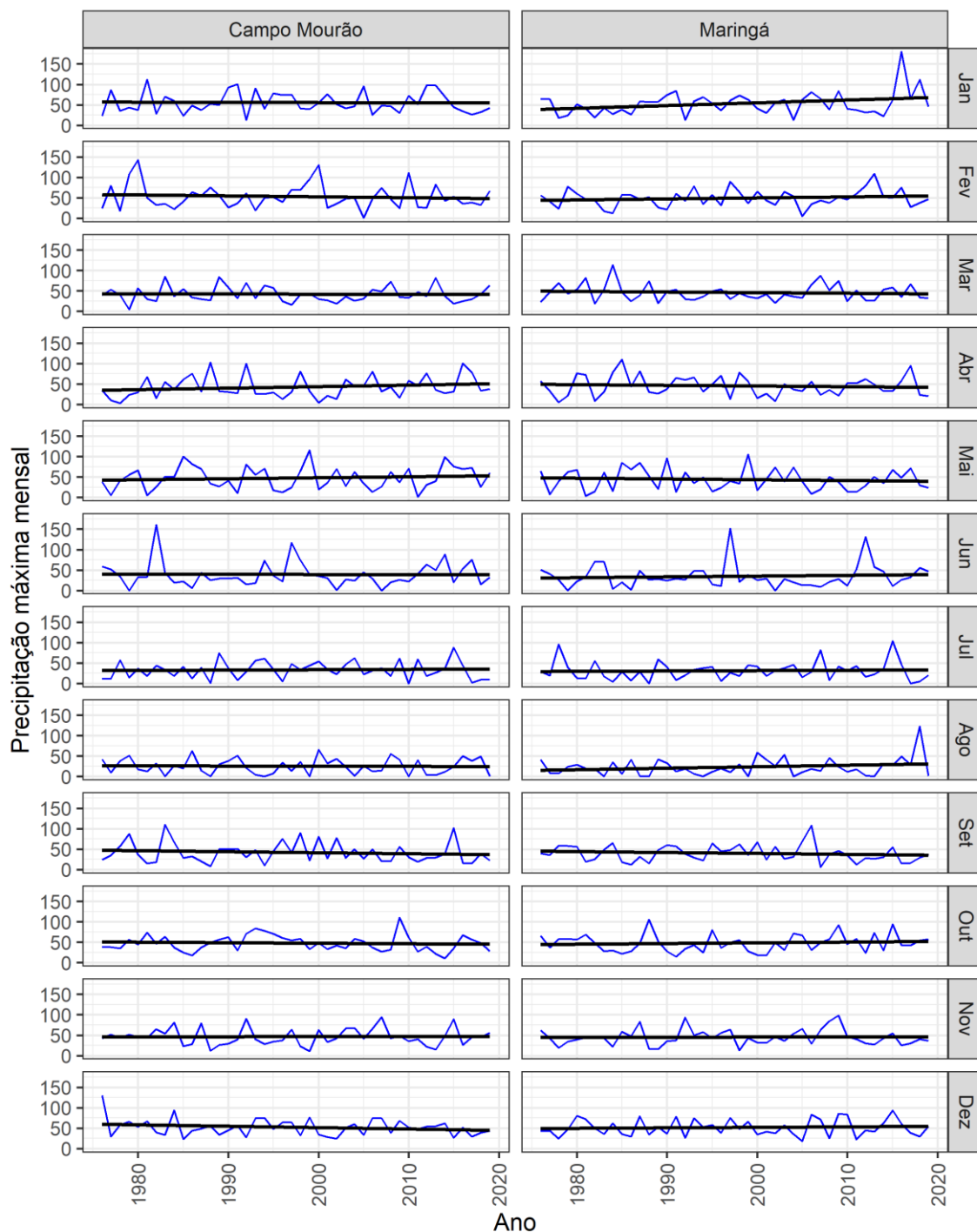
Código	Posto	Z	tau	p	Spearman	Kendall
2452007	Campo Mourão	-0,209	-0,007	0,835	0,003	0,002
2351045	Maringá	-2,617	-0,082	0,009	-0,088	-0,061

Fonte: Autoria própria (2020).

A Figura 18 apresenta a série de precipitação máxima, por mês, para cada um dos 2 postos avaliados. A tendência de crescimento ou decréscimo da

precipitação máxima em cada mês ao longo do período é avaliada por meio do teste de Mann-Kendall, cujos resultados são apresentados a seguir.

Figura 18 – Série e tendência da precipitação máxima em Campo Mourão e Maringá, por mês.



Fonte: Autoria própria (2020).

Pela Tabela 14, que apresenta os resultados da aplicação do teste não paramétrico de Mann-Kendall à precipitação máxima por mês dos 2 postos

considerados, vê-se que para nenhum deles foi observada uma tendência significativa da precipitação máxima ao longo dos anos, ao nível de 5% de significância.

Tabela 14 – Resultado do teste de Mann-Kendall da série de precipitação máxima em Campo Mourão e Maringá, por mês.

P	Mês											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1	-0,011	-0,024	-0,023	0,163	0,082	0,002	0,017	-0,025	-0,097	-0,108	0,012	-0,077
2	0,151	0,083	-0,030	-0,059	-0,051	0,023	0,055	0,074	-0,119	0,052	-0,016	0,042

* Valores em negrito indicam tendência significativa (valor $p < 0,05$).

Fonte: Autoria própria (2020).

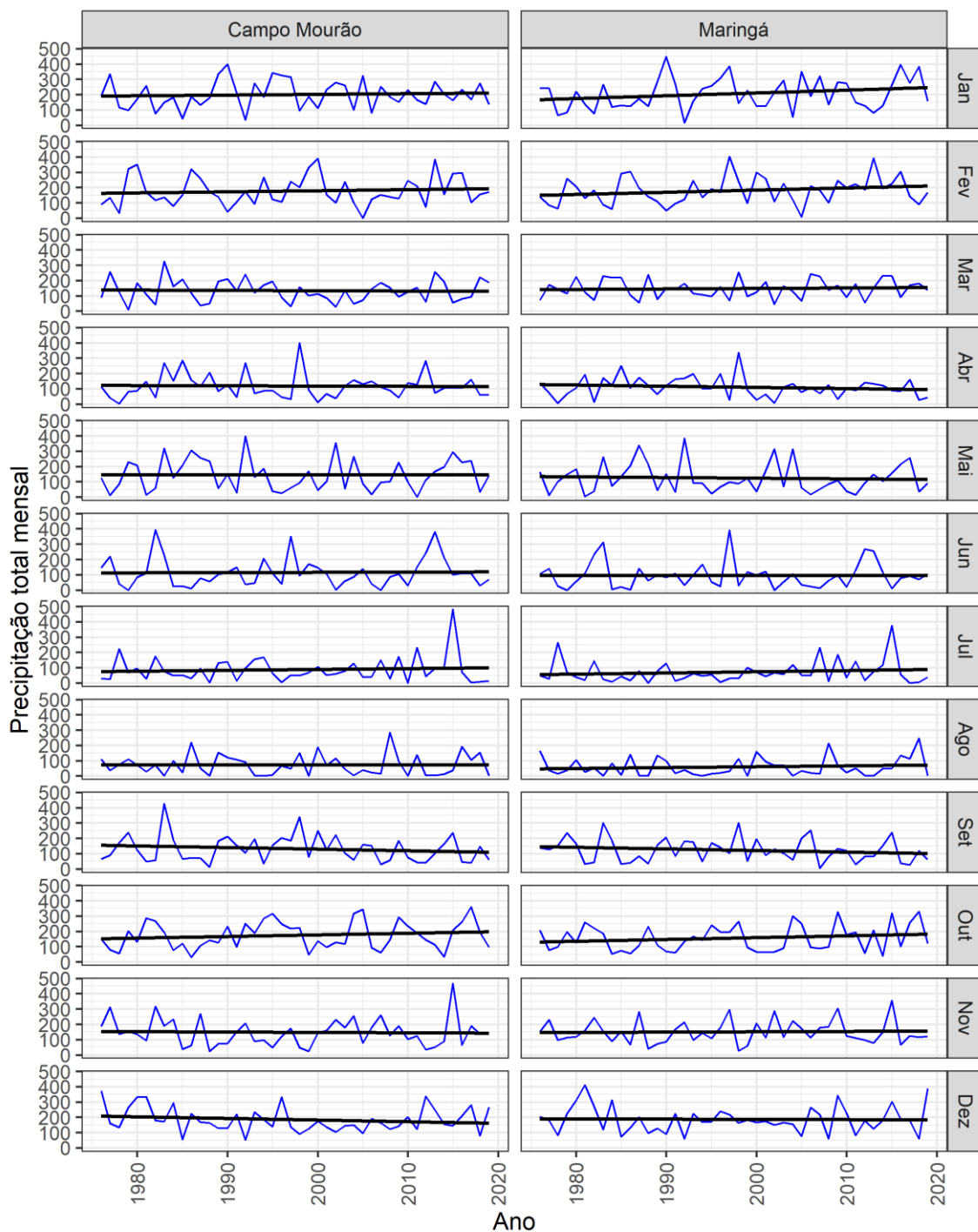
P- Posto pluviométrico

1.Campo Mourão

2.Maringá

A figura 19 apresenta a série de precipitação total, por mês, para os municípios de Campo Mourão e Maringá. A tendência de crescimento ou decréscimo da precipitação máxima em cada mês ao longo do período é avaliada por meio do teste de Mann-Kendall, cujos resultados são apresentados a seguir.

Figura 19 – Série e tendência da precipitação total em Campo Mourão e Maringá, por mês.



Fonte: Autoria própria (2020).

Na precipitação mensal total, (Tabela 15) não houve evidências suficientes de uma tendência significativa, seja positiva ou negativa, da variável em questão, ao nível de 5% de significância.

Tabela 15 – Resultado do teste de Mann-Kendall da série de precipitação total em Campo Mourão e Maringá, por mês.

P	Mês											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1	0,038	0,101	-0,012	0,013	0,031	0,050	-0,021	-0,065	-0,104	0,081	-0,032	-0,093
2	0,169	0,133	0,053	-0,104	-0,019	0,010	0,051	0,037	-0,112	0,097	0,017	-0,030

* Valores em negrito indicam tendência significativa (valor $p < 0,05$).

Fonte: Autoria própria (2020).

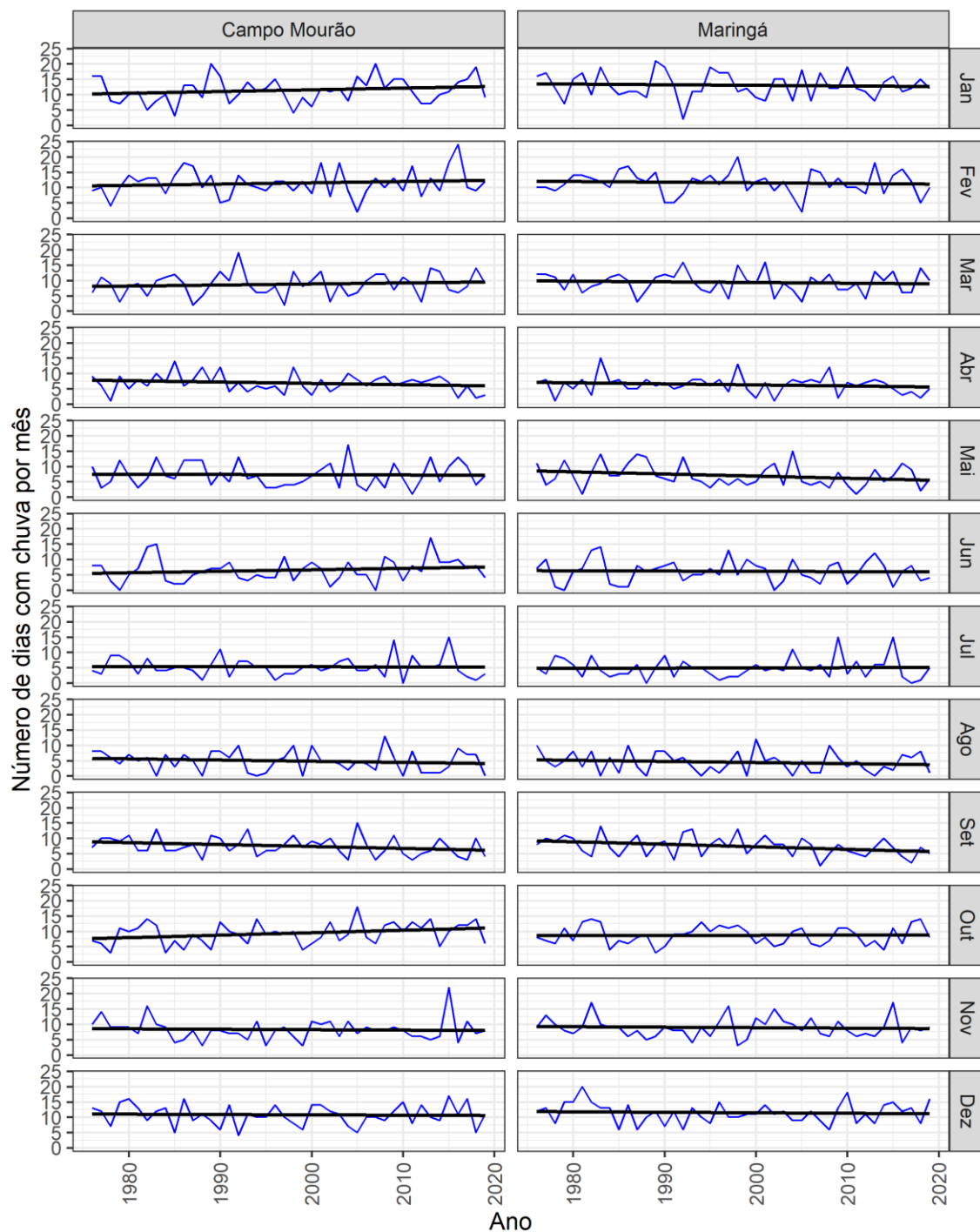
P- Posto pluviométrico

1.Campo Mourão

2.Maringá

A Figuras 20 apresenta a série de número de dias com chuva, por mês, para os dois municípios avaliados. A tendência de crescimento ou decréscimo da precipitação máxima em cada mês ao longo do período é avaliada por meio do teste de Mann-Kendall, cujos resultados são apresentados a seguir.

Figura 20 – Série e tendência do número de dias com chuva em Campo Mourão e Maringá, por mês.



Fonte: Autoria própria (2020).

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 16, nota-se que a série do número de dias com chuva referente ao mês de setembro em Maringá foi a única que apresentou tendência significativa (valor p 0,026), sendo ela negativa (tau de -0,243), ao nível de significância de 5%.

Tabela 16 – Resultado do teste de Mann-Kendall da série de número de dias com chuva em Campo Mourão e Maringá, por mês.

P	Mês											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1	0,119	0,035	0,098	-0,108	-0,024	0,152	-0,067	-0,124	-0,205	0,205	-0,125	-0,042
2	-0,042	-0,051	-0,085	-0,122	-0,193	-0,009	-0,043	-0,097	-0,243	0,014	-0,071	-0,046

* Valores em negrito indicam tendência significativa (valor $p < 0,05$).

Fonte: Autoria própria (2020).

P- Posto pluviométrico

1.Campo Mourão

2.Maringá

5 CONCLUSÃO

A metodologia proposta e aplicada na série histórica (1976 a 2019) da análise comparativa da pluviosidade dos municípios de Campo Mourão e Maringá mostrou-se relevante para o alcance dos objetivos propostos.

A partir das análises dos resultados obtidos nos testes, as respectivas localidades são caracterizadas com verões e primaveras chuvosas, enquanto os meses de maio e outubro possuem elevadas precipitações devido ao fato de serem meses de transição e por conta das ainda presentes massas de ar tropicais. Neste caso o mês de maio marca a transição do período quente do verão e também do início do outono e o mesmo cenário ocorre durante outubro, porém de forma inversa e sendo menos intensificadas.

O mês de janeiro apresenta maior média de precipitação e maior número de dias com chuva para ambas as localidades. Já agosto é o mês com menor média de precipitação e de dias com chuva para os dois locais.

Em relação a precipitação, Maringá destacou-se com o maior valor total de dias com chuva quando comparado a Campo Mourão, entretanto o município de Campo Mourão possui maior valor em total de precipitação acumulada em série histórica estudada. Para o ano com mais precipitação de escala anual, ambas obtiveram destaque no ano de 2015.

Nas análises de tendências apenas a precipitação máxima anual do município de Campo Mourão, foi registrada tendência negativa. Já em relação ao número de dias com chuva para cada mês, pode-se observar uma tendência negativa apenas em Maringá exclusivamente no mês de setembro ao longo da série histórica.

Nas demais análises de tendências, não se obteve resultados com significância superior a 5%, deste modo não há evidências suficientes para tendências expressamente significantes.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, Fabiano Soares. Variabilidade da precipitação pluviométrica de um município do estado do Pará. **Revista Engenharia Ambiental: Pesquisa e Tecnologia**, v. 8, n. 4, p. 138-145, 2011.
- ANJOS, I.B.; MARTINS, M.L.O.F.; NERY J.T. Estudo da precipitação pluviométrica e balanço hídrico em Maringá. **Boletim de Geografia**, Maringá, v.19, p.115-128, 2001.
- AYRES, M., AYRES JÚNIOR, M., AYRES, D.L. & SANTOS, A.A. **Aplicações estatísticas nas áreas das ciências bio-médicas**. Belém: Instituto Mamirauá; 2007. p. 364
- BACK, J. Á. Aplicação de análise estatística para identificação de tendências climáticas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.36, n.5, p. 717-726, 2001.
- BALDO, M. C. **Variabilidade pluviométrica e a dinâmica atmosférica na bacia hidrográfica do rio Ivaí – PR**. 2006 (Doutorado em Geografia), Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Presidente Prudente. 172 p.
- BOTELHO, V.A.V.A.; MORAIS, A.R. Estimativas dos parâmetros da distribuição gama de dados pluviométricos do Município de Lavras, Estado de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, v.23, p.697- 706, 1999.
- CARMELLO, V., SANT’ANNA NETO, J.L. Variabilidade das chuvas na vertente paranaense da bacia do rio Paranapanema - 1999-2000 a 2009-2010. **Revista Ra’e Ga**, Curitiba, v.33 , p.225-247, 2015.
- DE SOUZA PIRES, Regis Aparecido. Caracterização da precipitação pluviométrica da bacia do Rio Piquiri-1979 A 2012. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 23, 2018.
- FERREIRA, V. O. Análise de tendências em séries pluviométricas: algumas Possibilidades metodológicas. **Revista GEONORTE**, Amazonas, v. 1, n. 5, p. 317-324, 2012.
- FRITZSONS, E.; MANTOVANI, L. E.; WREGGE, M. S.; CHAVES NETO, A. Análise da pluviometria para definição de zonas homogêneas no Estado do Paraná. **RA E GA – O Espaço Geográfico em Análise**. Curitiba, Departamento de Geografia – UFPR, v.23, p. 555- 572, 2011.
- HIERA, M. D., LIMA JUNIOR, A. F., ZANELLA, M. E. Tendência da precipitação no estado do Ceará. **Revista Brasileira de Climatologia**, v 24, p. 300-321, 2019.
- Hirsch, R. M.; Slack, J. R; Smith, R. A. Techniques for trend assessment for monthly water quality data, **Water Resources Research** 18, 107-121, 1982.

INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. IAPAR. Agrometeorologia: Cartas Climáticas. Disponível em: <http://www.iapar.br/>. Acesso em: 28 de outubro de 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. IBGE. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2020>. Acesso em: 04 de novembro de 2020.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). (1999) **Manual de Observações Meteorológicas**. 3. ed. Brasília: Ministério da Agricultura e do Abastecimento.

INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL – IPARDES. 2019. **Caderno Estatístico - Município de Campo Mourão**. Curitiba: IPARDES/Fundação Édison Vieira.

INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL – IPARDES. 2019. **Caderno Estatístico - Município de Maringá**. Curitiba: IPARDES/Fundação Édison Vieira.

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

Machiwal, D.; Jha, M. K. **Hydrologic time series analysis: theory and practice**. Springer, Dordrecht, Capital Publishing Company, New Delhi, 2012.

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

MATOS, R.M.; MEDEIROS, R. M.; SILVA, P.S.; FRANCISCO, P.R.M.; SABOYA, L.M.N. Variação climatológica da precipitação no município de Barbalha-CE. *In: CONGRESSO TÉCNICO CIENTÍFICO DA ENGENHARIA E DA AGRONOMIA*, Anais... Fortaleza: 2015.

MELLO, C. R. de; VIOLA, M. R. Mapeamento de chuvas intensas no Estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 37, p. 37-44, 2013.

MENDONÇA, F. A. **O Clima e o Planejamento Urbano de Cidades de Porte Médio e Pequeno. Proposição Metodológica para Estudo e sua Aplicação à Cidade de Londrina/Pr**. 1994. Tese (Doutorado) – Faculdade de Filosofia Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo. São Paulo.

MONTEIRO, C. A. F. **A Dinâmica Climática e as Chuvas no Estado de São Paulo**: estudo geográfico sob a forma de atlas. USP/Igeog., São Paulo, 1973.

MONTEIRO, C. A. F. **A Dinâmica Climática e as Chuvas no Estado de São Paulo**. Rio Claro: UNESP, Ageteo, 2000. Versão digital, 1 CD-ROM.

NERY, J. T. Dinâmica climática da região sul do Brasil. **Revista Brasileira de Climatologia**, v.1, n.1, p.61-75, 2005.

PINHEIRO, G. M., VIDE, J. M. Tendência pluviométrica no município de Irati – PR. **Revista Brasileira de Climatologia**, v 23, p. 60-71, 2018.

PINHEIRO, A.; GRACIANO, R. L. G.; SEVERO, D. L. Tendências das séries temporais de precipitação da Região Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.28, n.3, p.281-290, 2013.

PIRES, Regis Aparecido de Souza. Caracterização da Precipitação Pluviométrica da Bacia do Rio Piquiri (PR) – 1979 a 2012. **Revista Brasileira de Climatologia**, v.23, p. 328-342, 2018.

R Development Core Team., **R: a language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing**: Vienna, Austria, 2015. Disponível em: <http://www.Rproject.org>.

SILVA, E. D. ; REBOITA, M. S. Estudo da Precipitação no Estado de Minas Gerais - MG. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 13, p. 120-136, 2014.

SLEIMAN, J. **Veranicos ocorridos da porção Noroeste do estado do rio Grande do Sul entre 1978 e 2005 e sua associação às condições climáticas na atmosfera**. 2008. 164 f. Dissertação de Mestrado (Mestre em Geografia). Universidade de São Paulo. São Paulo. 2008.

SOUZA, Patricia. **Estudo da variabilidade da precipitação no Estado do Paraná associado à anomalia da TSM no Oceano Pacífico**. 2006. 84 f. Dissertação de Mestrado (Mestre em Geografia). Universidade Estadual de Maringá. Maringá. 2006.

TERASSI, P. M. de B.; OLIVEIRA-JUNIOR, J. F.; GÓIS, G de; GALVANI, E. Variabilidade do Índice de Precipitação Padronizada na Região Norte do Estado do Paraná Associada aos Eventos de El Niño-Oscilação Sul. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 33, n. 1, p. 11-25, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/0102-7786331002>.

ZANDONADI, L. **As chuvas na bacia do Paraná: aspectos temporais, espaciais e rítmicos**. 2009. 136 f. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2009.

ZANDONADI, L. Chuvas extremas e o intenso EL Niño de 2015/2016: impactos na rede de coleta e abastecimento de água da cidade de Maringá, Paraná. **Brazilian Geographical Journal: Geosciences and Humanities Research Medium**, v. 11, n. 1, P. 38-69, 2020. DOI: <https://doi.org/10.14393/BGJ-v11n1-a2020-52345>.

ZAVATTINI, J. A. A Dinâmica Atmosférica e a Distribuição das Chuvas no Mato Grosso do Sul. 1990. (Doutorado em Geografia), Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1990.