

CLASSIFICAÇÃO DO REGIME PLUVIOMÉTRICO NA CIDADE DE OURINHOS-SP NO PERÍODO DE 1937-2023

Classification of the rainfall regime in the city of Ourinhos-SP in the period from 1937 to 2023

Clasificación del régimen de precipitaciones en la ciudad de Ourinhos-SP de 1937 a 2023



Rafaela Melissa Andrade Ferreira 

Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" – UNESP/Presidente Prudente
E-mail: rafaela.andrade-ferreira@unesp.br

RESUMO

Histórico do artigo

Recebido: 01 fevereiro, 2025
Aceito: 26 agosto, 2025
Publicado: 13 outubro, 2025

O presente estudo teve como objetivo caracterizar o regime pluviométrico da cidade de Ourinhos, São Paulo, utilizando a técnica do box plot conforme Galvani e Luchiari (2004) aplicada à série histórica de precipitação mensal no período de 1937 a 2023. A partir dessa abordagem, foram definidos intervalos de classificação das chuvas em cinco categorias: "super seco", "seco", "normal", "úmido" e "super úmido". Além disso, utilizou-se o cálculo de frequência absoluta para determinar a quantidade de anos em cada categoria, permitindo analisar a distribuição e a variabilidade do regime de precipitação ao longo do tempo. O método possibilitou evidenciar padrões sazonais e a ocorrência de eventos extremos, destacando o comportamento característico dos meses da estação seca e chuvosa. A análise revelou que a categoria "normal" predominou em todos os meses do ano, refletindo uma relativa estabilidade climática em Ourinhos. As categorias "seco" e "úmido" também apresentaram frequências significativas, enquanto os eventos extremos, classificados como "super seco" e "super úmido", ocorreram com menor frequência, sendo mais evidentes em meses específicos, como agosto e setembro para eventos secos e janeiro e dezembro para eventos úmidos. Esses padrões estão alinhados às características climáticas tropicais da região, marcadas por uma estação seca bem definida no inverno e uma estação chuvosa.

Palavras-chave: Técnica estatística; Características; Chuvas.

ABSTRACT

The present study aimed to characterize the rainfall regime of the city of Ourinhos, São Paulo, using the box plot technique as described by Galvani and Luchiari (2004), applied to the historical series of monthly precipitation from 1937 to 2023. Through this approach, rainfall intervals were classified into five categories: "super dry," "dry," "normal," "wet," and "super wet." Additionally, absolute

frequency calculations were employed to determine the number of years in each category, enabling an analysis of the distribution and variability of the rainfall regime over time. This method made it possible to identify seasonal patterns and the occurrence of extreme events, highlighting the characteristic behavior of the dry and rainy season months. The analysis revealed that the "normal" category predominated throughout the year, reflecting a relative climatic stability in Ourinhos. The "dry" and "wet" categories also showed significant frequencies, whereas extreme events, classified as "super dry" and "super wet," occurred less frequently, being more evident in specific months such as August and September for dry events and January and December for wet events. These patterns align with the tropical climate characteristics of the region, marked by a well-defined dry season in winter and a rainy season in summer.

Keywords: Statistical technique; Characteristics; Rainfall.

RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo caracterizar el régimen de lluvias de la ciudad de Ourinhos, en São Paulo, mediante la técnica de diagrama de caja (box plot) descrita por Galvani y Luchiari (2004), aplicada a la serie histórica de precipitaciones mensuales de 1937 a 2023. A través de este enfoque, los intervalos de lluvia se clasificaron en cinco categorías: "super seco", "seco", "normal", "húmedo" y "super húmedo". Además, se utilizaron cálculos de frecuencia absoluta para determinar el número de años en cada categoría, lo que permitió analizar la distribución y variabilidad del régimen de precipitaciones a lo largo del tiempo. Este método posibilitó identificar patrones estacionales y la ocurrencia de eventos extremos, destacando el comportamiento característico de los meses de estación seca y lluviosa. El análisis reveló que la categoría "normal" predominó a lo largo de todo el año, reflejando una relativa estabilidad climática en Ourinhos. Las categorías "seco" y "húmedo" también presentaron frecuencias significativas, mientras que los eventos extremos, clasificados como "super seco" y "super húmedo", ocurrieron con menor frecuencia, siendo más evidentes en meses específicos como agosto y septiembre para los eventos secos, y enero y diciembre para los eventos húmedos. Estos patrones se corresponden con las características del clima tropical de la región, marcado por una estación seca bien definida en invierno y una estación lluviosa en verano.

Palabras clave: Técnica estadística; Características; Precipitaciones.

1 INTRODUÇÃO

O conceito de regime de precipitação está diretamente relacionado à distribuição temporal e espacial das chuvas ao longo do ano em uma determinada região. Ele é influenciado por fatores climáticos, como padrões de circulação atmosférica, temperatura, pressão e proximidade de corpos d'água. Nesse sentido, regiões tropicais, por exemplo, geralmente apresentam regimes de precipitação bem definidos, com períodos de maior e menor intensidade de chuvas. Em contraste, áreas áridas ou semiáridas podem ter chuvas escassas e irregulares, o que afeta, em partes, a disponibilidade de recursos hídricos.

Dessa forma, estima-se que compreender o regime de precipitação de uma região é essencial para o planejamento e a gestão sustentável dos recursos hídricos, visto que

essa análise permite prever períodos de maior risco de secas ou inundações, além de fornecer informações para a implementação de práticas agrícolas e urbanas adaptadas às condições climáticas locais. Assim, a precipitação e seu comportamento associado não apenas influenciam os ciclos naturais, mas também podem interferir na dinâmica socioeconômica e ambiental das comunidades.

Segundo Varejão Silva (2006), o comportamento das chuvas está intrinsecamente ligado à variabilidade temporal e espacial da precipitação, destacando-se como um dos elementos fundamentais na caracterização climática de uma região. Com isso, não se resume apenas aos volumes totais precipitados, mas também à sua distribuição ao longo do ano, com períodos definidos de maior ou menor frequência e intensidade. Em adição, a análise pluviométrica deve considerar atores dinâmicos, como as massas de ar e os sistemas atmosféricos atuantes, quanto fatores geográficos, como relevo, latitude e proximidade de grandes corpos d'água (Monteiro, 1962; 1971; Zavattini, 2000; Fontão, 2021).

A Climatologia Geográfica, historicamente, buscou classificar uma dinâmica de precipitação utilizando a ideia de anos padrão, que representam períodos específicos considerados como referência para análise. Esses anos padrão são definidos com base em características estatísticas, como a mediana ou valores dentro de intervalos específicos, que refletem as condições médias, extremas ou típicas de precipitação em uma série histórica (Monteiro, 1973; Barros e Zavattini, 2009). Com essa abordagem, é possível identificar anos que exemplificam padrões climáticos distintos, como anos "secos", "úmidos" ou "normais", oferecendo um retrato mais claro da variação do regime pluviométrico ao longo do tempo.

A integração de modelos climáticos avançados e dados de sensoriamento remoto também desempenha um papel fundamental nesse processo. A tecnologia de sensoriamento remoto permite o monitoramento da precipitação em tempo real, fornecendo imagens de satélite que cobrem grandes áreas e podem detectar mudanças no regime de chuvas, mesmo em regiões remotas. Conforme Shekede (2024), quando combinados com modelos climáticos que simulam o comportamento atmosférico, esses dados oferecem uma previsão mais precisa dos padrões de precipitação.

Essa classificação é especialmente válida para estudos climáticos regionais, pois permite comparar os dados observados em anos específicos com os anos padrão estabelecidos. Dessa forma, torna-se interessante avaliar desvios em relação à normalidade climática, analisar tendências e extremos pluviométricos e compreender

melhor as variações sazonais ou interanuais. Além disso, a ideia de anos padrão fornece uma base objetiva para correlacionar eventos climáticos locais com fenômenos globais, como El Niño ou La Niña, como já fizeram diversos autores (Silva et al., 2017; Oliveira et al., 2020; Emiliano et al., 2024).

Uma das técnicas estatísticas mais utilizadas para investigar padrões de chuva em séries temporais históricas é a análise de frequência ou distribuição de probabilidade. Por meio desse procedimento, calcula-se a probabilidade de ocorrência de valores pluviométricos específicos, como a precipitação total anual ou mensal. Essa técnica permite classificar, por exemplo, a frequência de anos com *déficit* ou excedente hídrico, estabelecendo padrões de comportamento ao longo de décadas. Assim, a seleção de anos padrão torna-se mais precisa e fundamentada, pois se baseia em parâmetros estatísticos como média, mediana, desvio-padrão e probabilidades de eventos extremos (Silvestre, 2016; Limberguer, 2016).

Adicionalmente, muitos estudos climatológicos lançam mão de métodos de agrupamento ou classificação hierárquica (*cluster analysis*) para identificar regiões e períodos com comportamento pluviométrico semelhante (Zerouali et al., 2022; Salhi et al., 2024).

Nesse tipo de abordagem, as estações meteorológicas ou os dados de áreas distintas são segmentados em grupos com base na similaridade de seus regimes de chuva, o que evidencia áreas homogêneas em termos de precipitação. Posteriormente, esses grupos podem ser associados aos respectivos anos padrão, auxiliando na compreensão de como secas ou eventos chuvosos intensos se distribuem espacialmente (Oliveira-Júnior et al., 2022).

Cabe comentar que o uso de séries temporais longas, aliado à aplicação de técnicas de tendência e sazonalidade, também é relevante na análise dos padrões de chuva. Conforme argumenta Baldo et al., (2021), por meio da decomposição de séries temporais, é possível identificar componentes de tendência (se a precipitação apresenta aumento ou redução ao longo das décadas), componentes sazonais (padrões repetitivos anuais ou sazonais) e ciclos de maior duração.

Essas informações servem de base para estudos que buscam relacionar a variabilidade climática local a fatores de escala regional ou até global, fornecendo subsídios para a escolha de anos padrão representativos.

Diante das perspectivas apresentadas, o presente artigo teve como objetivo caracterizar o regime pluviométrico da cidade de Ourinhos, localizada no estado de São

Paulo, utilizando a técnica do *box plot*.

Essa metodologia estatística foi aplicada para descrever a distribuição dos dados de precipitação mensal ao longo da série histórica, permitindo identificar valores extremos, como máximos e mínimos, além de definir os quartis e a mediana. A técnica possibilitou uma análise detalhada das categorias de precipitação, como períodos super secos, secos, normais, úmidos e super úmidos, contribuindo para compreender as características climáticas locais e fornecer subsídios para estudos relacionados à variabilidade e tendências climáticas da região.

Por fim, com o avanço das tecnologias de sensoriamento remoto e modelagem climática, há a possibilidade de integrar dados de satélite, reanálises e simulações numéricas para complementar as observações de chuva em superfície. A combinação dessas informações amplia a abrangência espacial e temporal dos estudos climatológicos, permitindo uma análise mais aprimorada dos padrões pluviométricos. Dessa maneira, a seleção de anos padrão passa a contar com múltiplas fontes de evidências, garantindo maior confiabilidade no diagnóstico e na compreensão dos mecanismos responsáveis pela variabilidade de chuva em diferentes regiões.

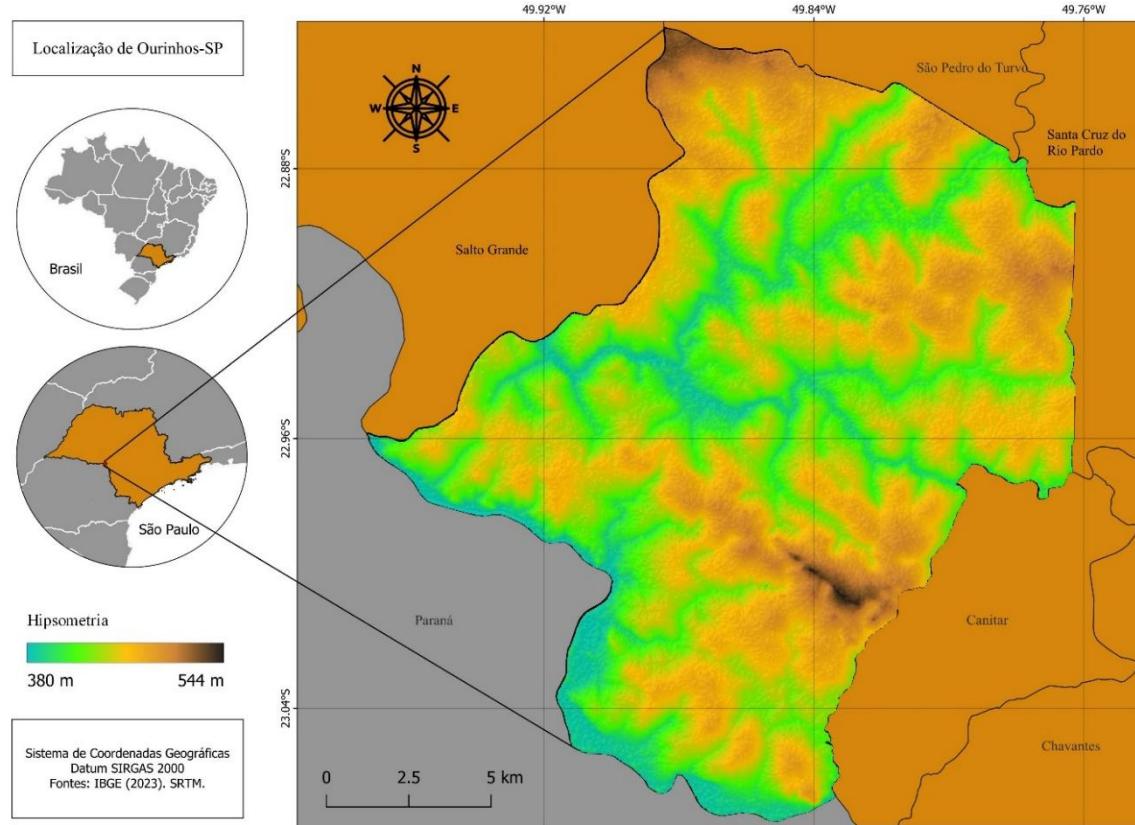
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1 Caracterização da área de estudo (meio físico)

A cidade de Ourinhos está situada no oeste do estado de São Paulo (figura 01), próximo à divisa com o estado do Paraná. Além disso, está aproximadamente a 370 km da capital paulista. Com uma extensão territorial de 296 km², a cidade tinha, segundo o Censo Demográfico de 2022 realizado pelo IBGE, uma população de 103.970 habitantes.

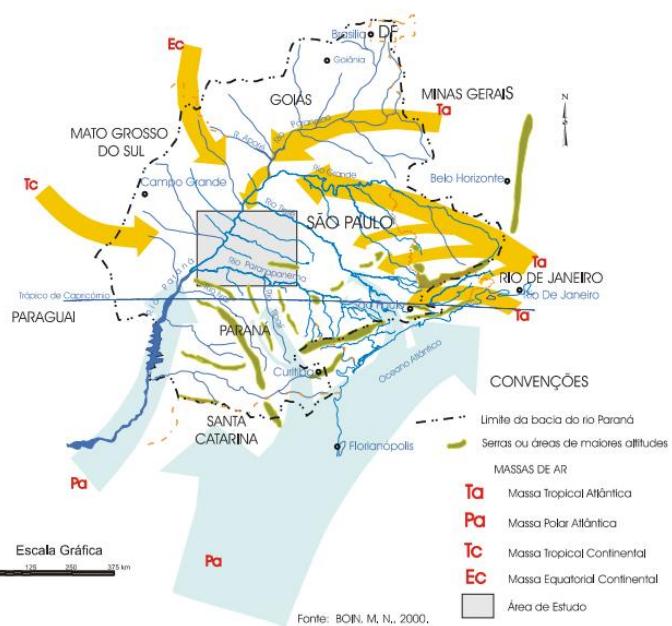
O clima em Ourinhos é Tropical, com uma estação seca mais marcada no inverno e um verão chuvoso. Esse padrão reflete diretamente a atuação alternada das massas de ar descritas na figura 02.

Figura 01 – Localização da cidade de Ourinhos e características hipsométricas do município



Fonte: Elaborado pela autora (2025)

Figura 02 - Trajetória das massas de ar



Fonte: Boin (2000)

Na porção oeste de São Paulo, as flechas em amarelo indicam a influência predominante da Massa Tropical Atlântica (Ta). De acordo com o mapa, essa massa se desloca a partir do litoral em direção ao interior, encontrando as serras e áreas elevadas que podem facilitar ou dificultar sua progressão. Além disso, a cor vermelha da Massa Polar Atlântica (Pa) aponta para o avanço de ar frio proveniente do sul, especialmente significativo no inverno, embora possa atingir o interior do estado em outras épocas do ano sob condições especiais de circulação (Boin e Zavattini, 2005).

Outra massa de ar importante nesse sistema é a Massa Tropical Continental (Tc), cujas setas amarelas grossas mostram o deslocamento a partir das terras mais secas e quentes do Centro-Oeste em direção ao oeste paulista. Essa massa exerce influência sobretudo em períodos de maior calor, quando a circulação favorece a incursão de ar seco rumo às áreas de São Paulo. Por fim, em azul, visualiza-se a Massa Equatorial Continental (Ec), que se forma nas áreas mais úmidas da Amazônia e, eventualmente, pode estender sua influência até o estado, ainda que em menor grau que as demais.

Essas diferentes massas de ar se combinam de forma dinâmica ao longo do ano, conferindo grande variabilidade climática ao oeste de São Paulo. O mapa também ilustra como o relevo e as bacias hidrográficas (destaque para o rio Tietê e o Paranapanema) influenciam o deslocamento das massas de ar, favorecendo ou limitando a entrada de sistemas frontais, principalmente no outono e no inverno. Dessa forma, a interpretação das setas e das áreas delimitadas no mapa reforça a importância dos fatores físicos na compreensão dos padrões climáticos da região.

De acordo com Perusi (2022), Ourinhos integra a 11ª Região Administrativa de Marília e é integrante do Comitê da Bacia Hidrográfica do Médio Paranapanema (CBH-MP), Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI 17), com destaque para os rios principais, o Pardo e o Turvo. Ademais, o município está localizado na Unidade Geotectônica da Bacia Sedimentar do Paraná, pertencente ao Grupo São Bento, Formação Serra Geral.

No que se refere às características geológicas, a principal rocha magmática extrusiva é o basalto de textura afanítica, caracterizado por minerais extremamente finos, que se desintegram formando solos predominantemente compostos por argila (IPT, 1981). Conforme Ross e Moroz (1997), a área em questão integra a morfoescultura do Planalto Ocidental Paulista, caracterizada por relevo de colinas largas e suaves, com topos arredondados e inclinações variando entre 10% e 20%.

A análise hipsométrica do município de Ourinhos evidencia um relevo com altitudes que variam de aproximadamente 380 metros, nas áreas mais baixas e próximas de drenagens, até cerca de 544 metros, nas porções mais elevadas.

O mapa da figura 1 acima mostra a distribuição das cotas altimétricas em gradientes de cores que vão do azul/esverdeado, indicando as áreas mais baixas, ao amarelo/alaranjado, representando as cotas mais elevadas. Assim, pode-se perceber que as zonas de menor altitude concentram-se em geral na região sul e sudoeste do município, coincidente com a proximidade do rio Paranapanema e áreas de várzea, enquanto as altitudes maiores distribuem-se principalmente a nordeste e em pontos específicos onde há relevo mais ondulado.

Observando-se a mancha verde predominante na porção central do município, nota-se uma topografia mais suavemente ondulada, o que sugere relevos de transição entre as áreas de baixa altitude próximas ao rio e os pontos mais altos ao norte e leste. Esse padrão indica a presença de colinas e vales que compõem o típico relevo de cuestas e áreas de sedimentação nas bacias hidrográficas regionais. As diferentes tonalidades no mapa ainda permitem identificar pequenos patamares e topos mais elevados, possivelmente correspondentes a estruturas geológicas resistentes à erosão ou a divisores de água.

No extremo norte e nordeste de Ourinhos, onde aparecem as cores próximas ao laranja ou marrom, encontram-se as altitudes mais elevadas, por volta de 500 a 544 metros. Essa porção do município apresenta declividades mais intensas em comparação às planícies marginais dos rios, favorecendo a existência de vertentes mais acentuadas e potencialmente atividades agropecuárias diferenciadas em relação às áreas mais baixas. Em síntese, a hipsometria de Ourinhos reflete a transição entre a planície do rio Paranapanema e o relevo interiorano de São Paulo, conferindo ao município um mosaico de altitudes moderadas.

3.2 Tabulação, organização e tratamento dos dados pluviométricos

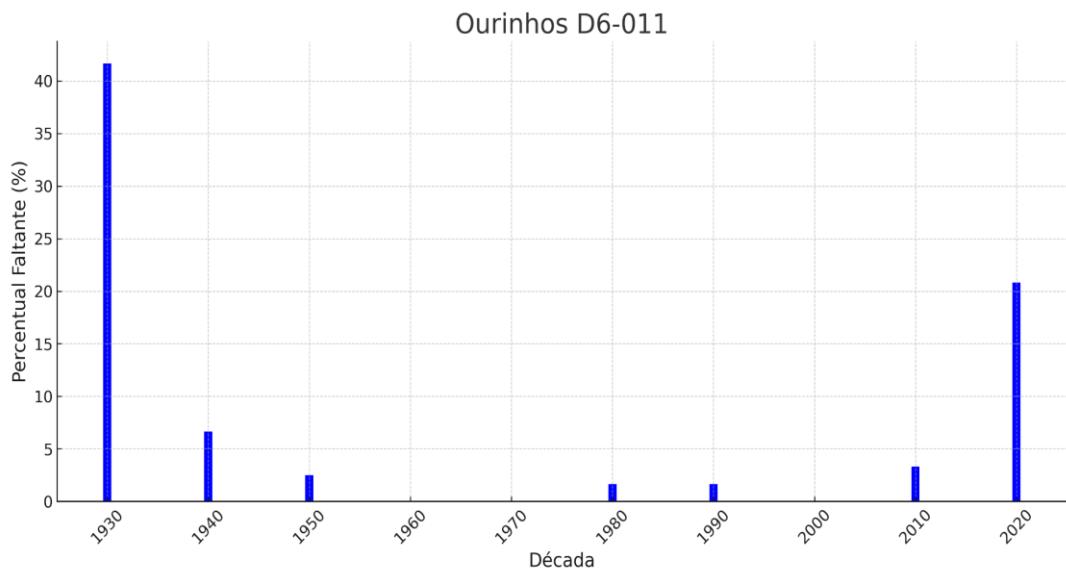
Os dados de precipitação utilizados neste estudo foram obtidos de forma secundária por meio do Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo (DAEE-SP), uma instituição reconhecida pela coleta e disponibilização de informações hidrometeorológicas no estado. O posto pluviométrico utilizado para a obtenção dos dados foi o de Ourinhos, identificado pelo prefixo D6-011, com altitude de 460 metros, latitude 22°

59° 00" S e longitude 49° 50' 00" W.

Houve um cuidado especial na avaliação dos dados descontínuos presentes na série histórica, garantindo uma análise criteriosa dessas lacunas. Após essa etapa inicial, foram realizados tratamentos estatísticos adequados com o objetivo de preencher os dados ausentes de maneira consistente, assegurando a qualidade e a confiabilidade das informações utilizadas no estudo.

O gráfico presente na figura 03 apresenta uma análise temporal da qualidade dos registros de dados meteorológicos da estação Ourinhos D6-011, destacando o percentual de dados faltantes por década. Nota-se uma tendência clara de redução nos valores ausentes ao longo das décadas, com um percentual relativamente alto na década de 1930, quando os registros ainda eram mais suscetíveis a falhas. A partir de 1940, há uma melhoria considerável na qualidade dos dados, refletida em percentuais de ausência que rapidamente caem para níveis muito baixos, especialmente nas décadas de 1950 em diante.

Figura 03 – Percentual de dados faltantes por década



Fonte: Dados da pesquisa

Esse comportamento sugere que, ao longo do tempo, os processos de coleta e registro de dados foram aprimorados, seja pelo avanço da tecnologia, pela implementação de melhores práticas ou pela maior frequência de manutenção das estações meteorológicas. Essas melhorias são evidenciadas por décadas como a de 1960 e 1970, que praticamente não apresentam lacunas nos dados.

Sendo assim, os dados ausentes na série histórica foram preenchidos utilizando o

método de ponderação da distância inversa, uma abordagem que considera a proximidade espacial entre os postos pluviométricos disponíveis. Esse método assegura maior precisão no preenchimento, ao atribuir maior peso às informações provenientes de localidades mais próximas do ponto com dados faltantes (Ruezzene et al., 2021; Corbo et al., 2024).

O método de ponderação da distância inversa (IDW, Inverse Distance Weighting) é uma técnica amplamente utilizada em análises espaciais para o preenchimento de dados ausentes. Ele baseia-se no princípio de que pontos mais próximos têm maior influência na estimativa do valor em um local com dados faltantes do que pontos mais distantes. Para isso, atribui-se um peso inversamente proporcional à distância entre o ponto de interesse e os pontos vizinhos com dados disponíveis. Assim, quanto menor a distância, maior será o peso atribuído, e, consequentemente, maior a contribuição desse ponto para o cálculo (Liu et al., 2022; Ghomlaghi, 2022).

Após o preenchimento dos dados ausentes utilizando o método de ponderação da distância inversa, foi aplicado o método de consistência por meio da curva de massa dupla. Essa técnica é útil para avaliar a homogeneidade e a consistência dos dados ao longo do tempo, identificando possíveis alterações na série histórica devido a mudanças nos instrumentos, métodos de medição ou condições ambientais (Araújo et al., 2023; Ferreira, 2024). Com base nessa análise, ajustes foram realizados, quando necessário, para garantir a confiabilidade e a coerência dos dados utilizados no estudo.

Depois da aplicação dos métodos de preenchimento de dados e consistência da série histórica, ficou definido o recorte temporal de 1937 a 2023 para a realização das análises pluviométricas no município de Ourinhos. Foi aplicada a técnica do *box plot*, também conhecida como diagrama de caixa, para avaliar o regime pluviométrico. Esse método fornece uma representação visual dos dados, permitindo identificar a distribuição, dispersão e presença de possíveis valores atípicos (*outliers*).

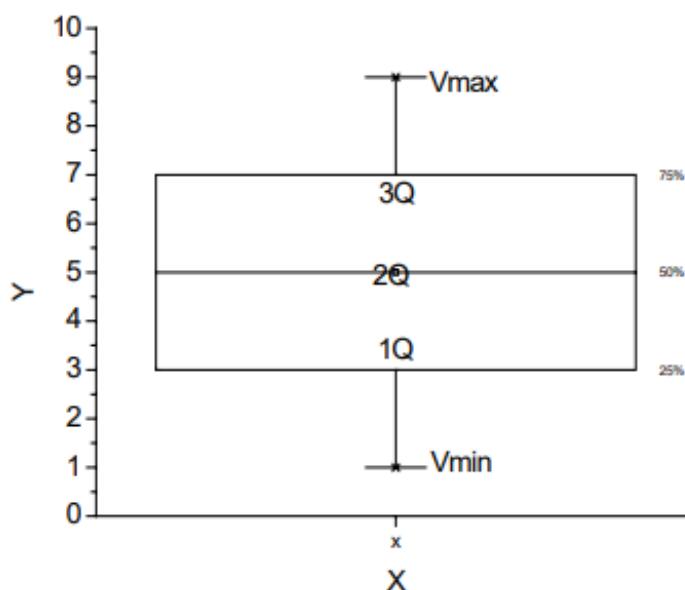
Tradicionalmente, a técnica tem sido amplamente aproveitada para detectar as variações pluviais e categorizar anos-padrão (Monteiro, 1971; Tavares, 1976; Schneider, 2014). Conforme Galvani e Luchiari (2004) e Fontão e Ferreira (2022), esse tipo de categorização, baseado em uma escala temporal mensal em vez de anual, possibilita analisar o comportamento das precipitações de forma detalhada mês a mês, sendo considerada uma vantagem.

Na interpretação do gráfico *Box plot*, O valor máximo (Vmax) de uma série corresponde ao maior número registrado, enquanto o valor mínimo (Vmin) representa o menor. Embora esses valores possam parecer irrelevantes à primeira vista, eles ajudam a

identificar o intervalo em que os dados estão distribuídos, fornecendo uma ideia da amplitude do conjunto analisado. A mediana, por sua vez, é especialmente útil em séries extensas, nas quais a presença de valores extremos pode distorcer a média, influenciando os resultados ao subestimar ou superestimar as análises.

Os quartis dividem um conjunto de dados em quatro partes iguais, cada uma contendo 25% dos valores da série. Assim, temos o primeiro quartil ($1^{\circ} Q$), o segundo quartil ($2^{\circ} Q$), que corresponde à mediana, e o terceiro quartil ($3^{\circ} Q$). Para calcular o primeiro e o terceiro quartil, utiliza-se o mesmo método aplicado na determinação da mediana, porém, no caso do primeiro quartil, consideram-se apenas os valores entre o mínimo e a mediana. Já para o terceiro quartil, utilizam-se os valores situados entre a mediana e o máximo. Uma dinâmica da representação pode ser visualizada na figura 04 abaixo.

Figura 04 - Representação do *Box-plot* para um conjunto de dados arbitrários



Fonte: Galvani e Luchiari (2004)

Os cálculos estatísticos e a determinação dos quartis foram realizados utilizando *Python*, com o auxílio da biblioteca *Matplotlib* para a visualização dos dados de forma gráfica. Os intervalos adotados para a classificação mensal das chuvas foram definidos com base na distribuição dos valores da série histórica, considerando cinco categorias (quadro 01). Os 5% dos menores valores da série foram classificados como "super secos", enquanto os 5% maiores foram definidos como "super úmidos". Os valores situados entre o mínimo (V_{min}) e o primeiro quartil ($1^{\circ} Q$) foram classificados como "secos", aqueles entre

o primeiro e o terceiro quartil (3° Q) como "normais" e, por fim, os dados compreendidos entre o terceiro quartil e o máximo (V_{\max}) foram classificados como "úmidos".

Quadro 01 - Categorização dos intervalos adotados para as chuvas mensais

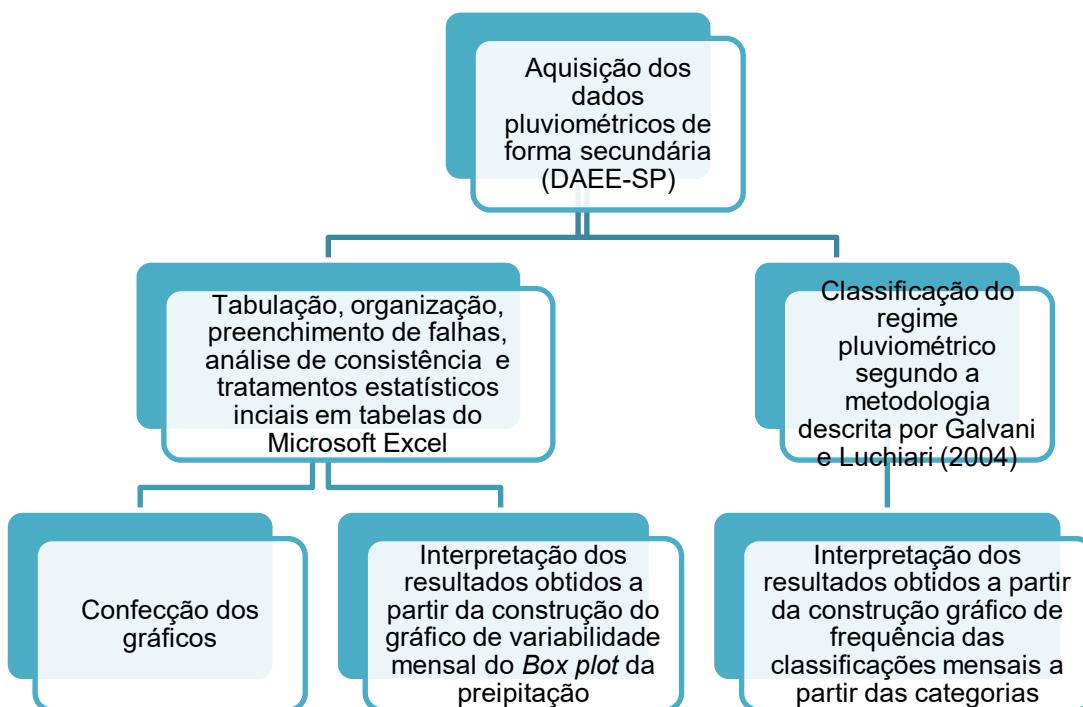
Chuvas mensais (mm)	Classificação
5% dos menores valores da série	Super secos
5% dos maiores valores da série	Super úmidos
Entre o V_{\min} e o primeiro quartil	Secos
Entre o primeiro quartil e o terceiro quartil	Normais
Entre o terceiro quartil e o V_{\max}	Úmidos

Fonte: Galvani e Luchiari (2004)

Para verificar a quantidade de anos classificados em cada uma das categorias definidas, foi utilizado o cálculo de frequência absoluta. Esse método permitiu contabilizar o número de anos em que os valores mensais de precipitação se enquadram em cada classificação. Esse método permitiu contabilizar o número de anos em que os valores mensais de precipitação se enquadram em cada classificação, como "super secos", "secos", "normais", "úmidos" e "super úmidos", proporcionando uma análise quantitativa precisa da distribuição das chuvas.

No intuito de realizar o cálculo, primeiro é necessário definir os intervalos ou categorias que serão analisados, como foi feito no caso da classificação das chuvas mensais (super secos, secos, normais, úmidos e super úmidos). Em seguida, verifica-se quantos dados da série pertencem a cada uma dessas categorias, realizando uma contagem simples. Um fluxograma de todos os processos metodológicos pode ser verificado na figura 05.

Figura 05 - Fluxograma das etapas metodológicas da pesquisa

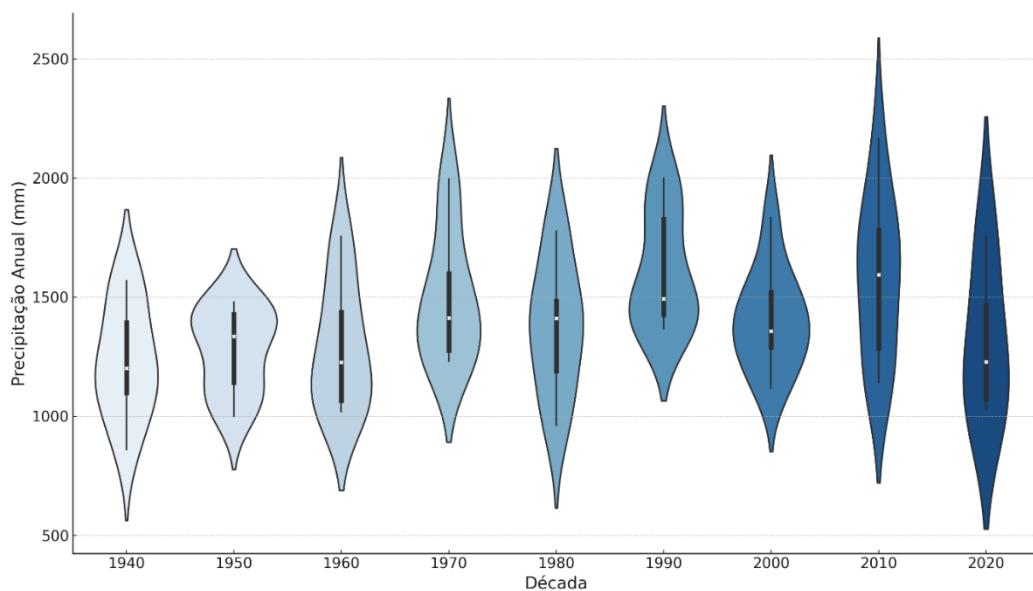


Fonte: Organizado pela autora (2025)

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O gráfico presente na figura 06 apresenta uma análise da precipitação anual em Ourinhos, organizada por décadas, utilizando *violin plot* para representar a distribuição dos dados. Observa-se uma variação significativa ao longo do período analisado, tanto em relação à amplitude quanto ao padrão central de precipitação. Durante as décadas de 1940 e 1950, a precipitação apresenta uma distribuição mais estreita, indicando menor variabilidade interanual, com valores centralizados em torno de 1500 mm por ano. A partir da década de 1960, a amplitude aumenta, sugerindo maior instabilidade nos registros de chuva, com destaque para o ano de 1965, que registrou cerca de 1755 mm de precipitação anual, maior acumulado na década.

Figura 06 – Variabilidade temporal dos totais de precipitação na cidade de Ourinhos ao longo da série histórica



Fonte: Elaboração própria (2025)

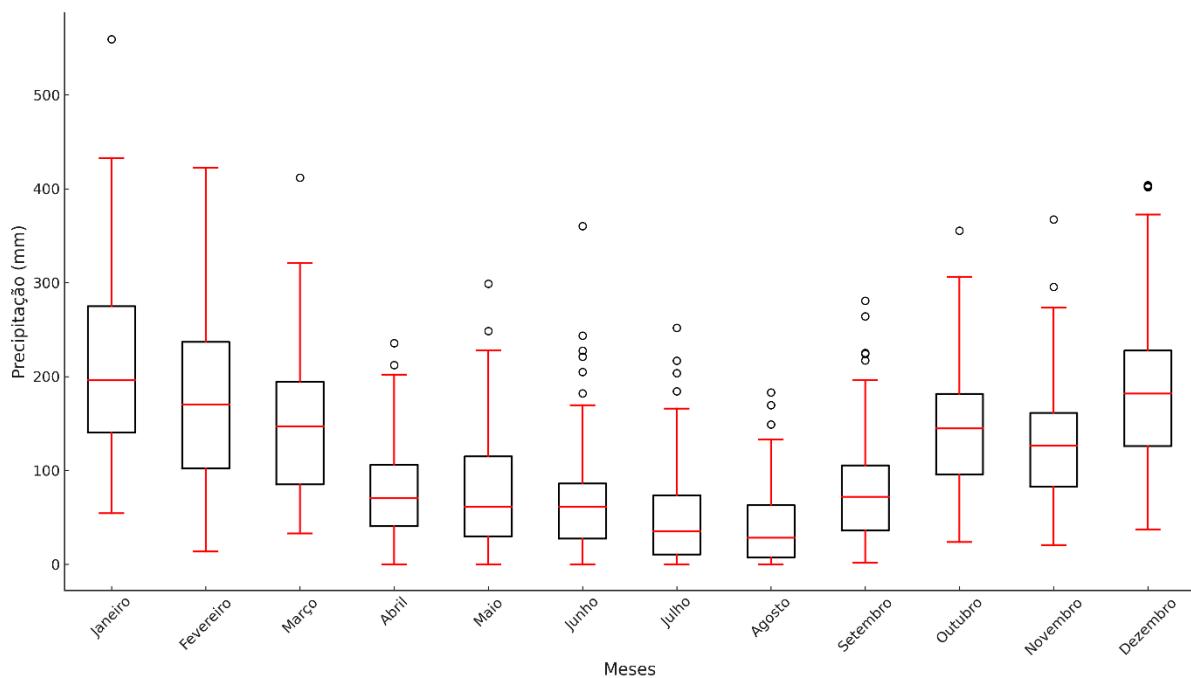
Entre as décadas de 1970 e 1990, a variabilidade permanece alta, com a largura dos violinos se expandindo, especialmente nas extremidades superiores, indicando que houve anos com precipitação significativamente acima da média histórica como foi o caso dos anos de 1997 e 1998, respectivamente, esse resultado também foi identificado por Berezuk (2006) e Silva (2008).

Na década de 2000, o padrão parece se estabilizar levemente, mas ainda com uma ampla faixa de valores observados, sugerindo que excepcionalidades de precipitação continuaram a ocorrer. Na década de 2010 e início de 2020, os violinos mostram tanto maior amplitude quanto uma centralização em torno de valores elevados, com picos próximos a 2000 mm. Isso evidencia uma tendência de aumento na precipitação média anual e maior frequência de eventos extremos. Por outro lado, analisando os dados mensalmente, O gráfico de *box plots* da precipitação em Ourinhos fornece informações detalhadas sobre os quartis, mediana, outliers e valores máximos e mínimos de cada mês. A mediana, representada pela linha horizontal no interior de cada caixa, reflete o valor central da precipitação em cada mês. Em janeiro e fevereiro, a mediana é elevada, situando-se próxima a 200 mm, indicando que metade dos valores registrados nesses meses está acima ou abaixo desse ponto. Esses meses apresentam também intervalos interquartis (entre o primeiro e o terceiro quartis) amplos, refletindo uma variabilidade significativa da

precipitação.

Os valores máximos e mínimos, representados pelos limites dos *whiskers*, mostram o alcance das precipitações dentro de 1,5 vezes o intervalo interquartil (IQR). Janeiro, por exemplo, apresenta *whiskers* superiores que chegam próximos a 400 mm, indicando que, em anos típicos (habitual), a precipitação pode alcançar esses níveis sem ser considerada um *outlier*. Por outro lado, junho e julho, possuem *whiskers* inferiores e superiores muito próximos, com mediana abaixo de 50 mm, mostrando a diminuição de chuvas e a baixa variabilidade nos meses de inverno.

Figura 07 - Box plot mensal da precipitação para a cidade de Ourinhos



Fonte: Elaboração própria (2025)

Os *outliers* são outro destaque importante, indicando eventos extremos de precipitação mensal. Eles estão presentes em diversos meses, como janeiro, fevereiro, dezembro e até setembro, quando há pontos acima dos *whiskers* superiores. Esses valores extremos representam anos em que ocorreram chuvas significativamente acima do normal, possivelmente associados a eventos climáticos atípicos, como frentes frias intensas ou sistemas de baixa pressão. Em contraste, os meses de junho a agosto possuem poucos ou nenhum *outlier*. Cabe ressaltar que o maior acumulado mensal foi o de 570 mm em janeiro de 2005. Segundo o boletim climanálise, a atuação de sistemas frontais, a configuração de um episódio de ZCAS e o desenvolvimento de áreas de instabilidade ao longo do mês,

proporcionaram chuvas mais intensas no sudeste brasileiro.

Os valores máximos são mais evidentes nos meses de verão e início da primavera, com janeiro, dezembro e fevereiro registrando precipitações superiores a 400 mm em alguns anos, enquanto os valores mínimos nesses meses raramente atingem zero. No inverno (junho a agosto), a amplitude é muito menor, com os valores máximos raramente ultrapassando 50 mm, e os mínimos frequentemente próximos ou iguais a zero, indicando períodos de baixa nas chuvas.

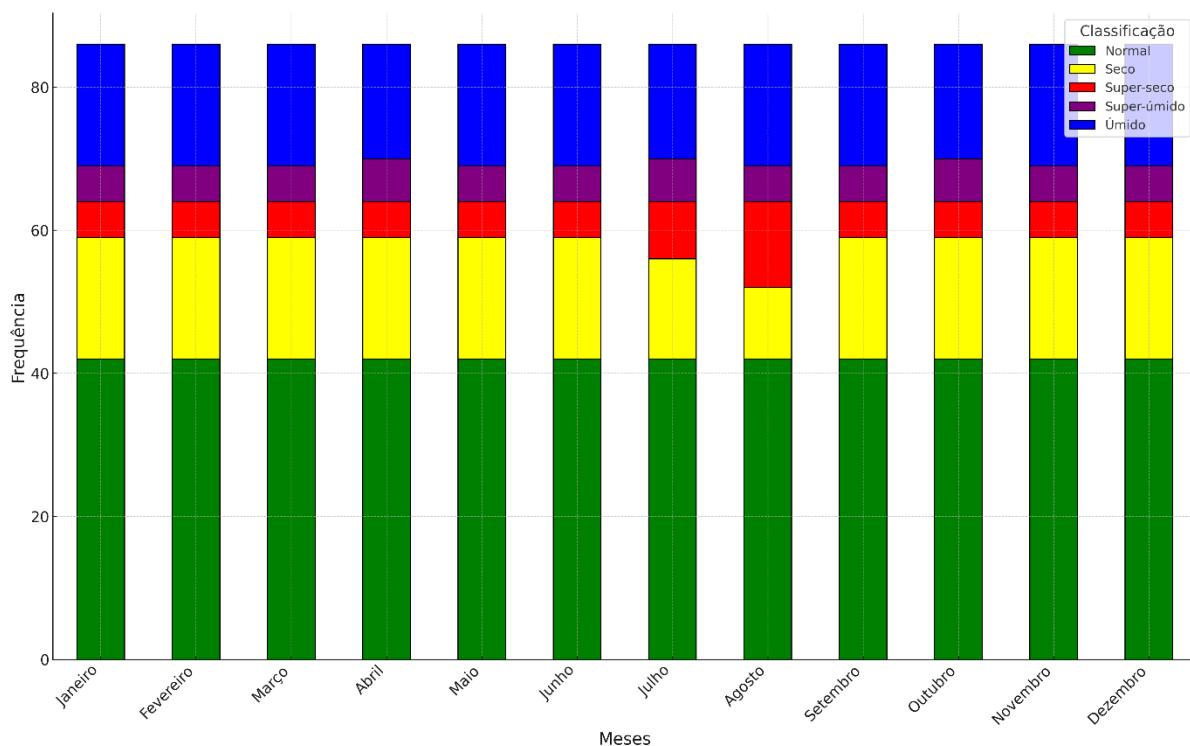
Por fim, o intervalo interquartil (a área da caixa) varia bastante ao longo do ano, sendo maior nos meses chuvosos, como janeiro, fevereiro e dezembro, e menor nos meses secos, como julho e agosto. Essa variação sazonal reflete as características climáticas de Ourinhos, marcadas por um regime de chuvas concentrado no verão e uma estação seca bem definida no inverno. A análise dos quartis, mediana e outliers confirma um padrão climático sazonal consistente, com implicações importantes para a gestão de recursos hídricos e a agricultura local.

Por conseguinte, o gráfico apresentado na figura 08 demonstra a frequência dos anos classificados em cinco categorias de precipitação para cada mês do ano, utilizando as classes "super seco", "seco", "normal", "úmido" e "super úmido". Em uma primeira análise, nota-se que a categoria "normal" domina a distribuição em todos os meses, representada pela maior frequência absoluta, o que indica que a maioria dos anos apresenta uma distribuição pluviométrica alinhada à mediana dos dados.

As categorias "seco" e "úmido" também aparecem com uma frequência significativa em todos os meses, evidenciando a variabilidade natural do regime pluviométrico, mas ainda dentro de intervalos não extremos. Essa característica reforça que, embora existam variações de chuva ao longo dos anos, a maior parte dos meses tende a se manter próxima de um padrão central, com desvios menos acentuados.

Já as categorias extremas, "super seco" e "super úmido", aparecem com menor frequência, destacando-se apenas em meses específicos. Isso indica que os eventos extremos de precipitação são relativamente raros na região, o que é esperado em séries climáticas de longa duração. Mesmo assim, sua presença, ainda que limitada, pode ter impactos significativos na dinâmica socioambiental do local.

Figura 08 – Classificações dos intervalos adotados para as chuvas mensais considerando a frequência de ocorrência



Fonte: Elaboração própria (2025)

Um ponto interessante a observar é o comportamento diferenciado de alguns meses, como agosto e setembro, que apresentam uma maior proporção de classificações extremas na categoria "super seco". Esse padrão pode estar associado a características climáticas específicas do inverno, que tende a ser mais seco na região de Ourinhos, influenciando diretamente os valores de precipitação desses meses.

No entanto, meses como janeiro, fevereiro e dezembro, pertencentes à estação chuvosa, apresentam uma maior frequência na categoria "úmido", reforçando o padrão sazonal do regime pluviométrico. Esse comportamento confirma a influência do clima tropical com estação chuvosa bem definida, destacando a importância de analisar esses padrões para entender a variabilidade interanual e os possíveis impactos das mudanças climáticas na região.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As análises realizadas neste estudo demonstraram a eficiência da técnica do *box*

plot na caracterização do regime pluviométrico de Ourinhos, São Paulo. Essa metodologia permitiu uma descrição detalhada da distribuição das precipitações mensais ao longo da série histórica, fornecendo informações importantes sobre a variabilidade climática local. A identificação de valores extremos, como máximos e mínimos, bem como a delimitação dos quartis e da mediana, destacou os padrões de comportamento da chuva, evidenciando a capacidade da técnica em representar tanto os eventos típicos quanto os atípicos.

A classificação das precipitações em cinco categorias - super secos, secos, normais, úmidos e super úmidos - revelou não apenas a predominância da categoria "normal" em todos os meses, mas também a frequência e os períodos de ocorrência de eventos extremos. Esse detalhamento é essencial para compreender a dinâmica sazonal e interanual das chuvas na região, fornecendo subsídios para a análise de padrões climáticos. A técnica mostrou-se particularmente eficaz em destacar meses como agosto e setembro, marcados por maior incidência de eventos secos, e os meses da estação chuvosa, como janeiro e dezembro, com maior frequência de eventos úmidos.

O uso do cálculo de frequência absoluta como complemento ao *box plot* foi igualmente relevante para quantificar a presença de cada categoria ao longo dos anos. Esse cruzamento de informações possibilitou uma análise mais robusta, capaz de identificar tendências climáticas e sazonalidades específicas.

Portanto, a aplicação do *box plot* se mostrou uma ferramenta estatística eficiente e versátil para análises climáticas, especialmente no estudo da precipitação. A sua capacidade de simplificar e interpretar dados complexos reforça seu valor para estudos regionais como o de Ourinhos. Esses resultados contribuem positivamente para o entendimento da variabilidade climática e podem ser utilizados em planejamento e gestão de recursos hídricos, mitigação de impactos de extremos climáticos e na formulação de estratégias adaptativas para diferentes setores afetados pelas intempéries do clima.

5 AGRADECIMENTOS

A autora principal agradece à Coordenação de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de Doutorado concedida para realização dessa pesquisa científica. A autora também agradece ao Programa de Pós-graduação em Geografia da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" – Campus de Presidente Prudente, pelo espaço físico concedido par a realização do presente estudo.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, A.R.; ANDRADE, F.J.; NASCIMENTO, J.C.; MARTINS, R. A. Análise de métodos de preenchimento de falhas em dados pluviométricos para a Região de Planejamento Sudoeste de Mato Grosso, Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 16, n. 04, p. 2271-2286, 2023.

BALDO, M.C.; SOUZA, E.H.D.; GONÇALVES, R.L. Tendência da precipitação anual e do número de dias com chuva no município de Alto Piquiri-PR por meio do teste de Mann-Kendall. **Formação** (Online), v. 28, n. 53, 2021.

BARROS, J. R.; ZAVATTINI, J.A. Bases conceituais em climatologia geográfica. **Mercator**, v. 8, n. 16, p. 255-261, 2009.

BEREZUK, A. G. B. G.; NETO, J. L. S. Eventos climáticos extremos no oeste paulista e norte do Paraná, nos anos de 1997, 1998 e 2001. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 2, 2006.

BOIN, M. N. **Chuvas e erosões no Oeste Paulista: uma análise climatológica aplicada**. 2000. 264 p. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) – IGCE/UNESP, Rio Claro.

BOIN, M. N.; ZAVATTINI, J. A. Variações do ritmo pluvial no Oeste Paulista: gênese e impactos erosivos. **Geografia**, v. 30, n. 1, p. 115-139, 2005.

CORBO, A. R.; OLIVEIRA, J. C.; SILVA, M. P.; BARBOSA, F. G. Técnicas individuais e combinadas para preenchimento de falhas em dados diários de precipitação no município de São Gonçalo (RJ). **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 35, p. 401-427, 2024.

EMILIANO, V.M.; MOURA, F.P.; ALMEIDA, L.N.R.; SOUSA, G.H. Variabilidade pluviométrica na área paulista da bacia hidrográfica do rio Ribeira de Iguape (Brasil) e a influência do ENOS, a partir da técnica Box-Plot. **Terr@ Plural**, v. 18, p. 1-21, 2024.

FERREIRA, R.M. A. F.; FONTÃO, P. A. B. F. Controle e qualidade dos dados de precipitação para complementação de falhas em estações situadas na região metropolitana do Recife-PE. In: LISTO, F. de L. R.; LISTO, D. G. da S.; SANTOS, H. M. dos; BISPO, C.de O. (org.). **SIG's e Gestão de Conflitos Ambientais: A Cartografia na Resolução de Injustiças Sociais**. 1. ed. Recife-PE: MapGeo - Mapeamentos e Soluções Geográficas, Empresa Jr, 2024. p. 275-285.

FONTÃO, P. A. B. A escola brasileira de climatologia geográfica: perspectivas atuais e futuras do paradigma do ritmo climático. **Perspectivas Geográficas**, p. 10, 2021.

FONTÃO, P. A. B.; FERREIRA, R. M. A. As chuvas no Sistema Cantareira: avaliação dos reflexos no manancial visando a segurança hídrica da região metropolitana de São Paulo. **Revista de Geografia-ppgeo-ufjf**, v. 12, n. 2, p. 218-238, 2022.

GALVANI, E.; LUCHIARI, A. Critérios para classificação de anos com regime pluviométrico normal, seco e úmido. Aracajú **Anais...** Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica, 6, 2004, p. 20-29.

GHOMLAGHI, A.; NASSERI, M.; BAYAT, B. How to enhance the inverse distance weighting method to detect the precipitation pattern in a large-scale watershed. **Hydrological Sciences Journal**, v. 67, n. 13, p. 2014-2028, 2022.

LIU, Y.; ZHANG, W.; HU, M.; CHEN, L.; WANG, T. An assessment of statistical interpolation methods suited for gridded rainfall datasets. **International Journal of Climatology**, v. 42, n. 5, p. 2754-2772, 2022.

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

MONTEIRO, C. A. de F. Análise rítmica em climatologia: problemas da atualidade climática em São Paulo e achegas para um programa de trabalho. **Climatologia**, n. 1, p. 1-21, 1971.

MONTEIRO, C. A. de F. Da necessidade de um caráter genético à classificação climática: algumas considerações metodológicas a propósito do Brasil meridional. **Revista Geográfica**, Rio de Janeiro, v. 31, n. 57, 1962. p. 29-44.

MONTEIRO, C. A. de F. A Dinâmica Climática e as Chuvas no Estado de São Paulo - estudo geográfico sob forma de atlas. São Paulo: Universidade de São Paulo/ Instituto de Geografia, 1973. 129 p.

OLIVEIRA, T. A.; LIMA, C. F.; PEREIRA, M. V.; COSTA, J. C. Variabilidade pluviométrica no município de Juiz de Fora-MG no período de 1910-2018: investigação a partir da técnica do box plot. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 26, 2020.

OLIVEIRA-JÚNIOR, J. F. D.; SOUSA, B.G.; NASCIMENTO, V. P.; RODRIGUES, A. L. Urban rainfall in the Capitals of Brazil: Variability, trend, and wavelet analysis. **Atmospheric Research**, v. 267, p. 105984, 2022.

PERUSI, M. C.; DEMARCHE, J. C.; PIROLI, E. L.; FERREIRA, J. J.; DOS SANTOS G., E. Alberto.; FUZZO, F. da S. Determinação do potencial natural de erosão (PNE) e degradação do solo associada a rodovias no município de Ourinhos/SP. **Formação (Online)**, v. 29, n. 54, p. 357–386, 2022. DOI: 10.33081/formacao.v29i54.8934.

ROSS, J. L. S.; MOROZ, I. C. M. Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo. São Paulo: USP-FFLCH/IPT/FAPESP, 1997. v. 1. 1 mapa. Escala: 1:500.000.
RUEZZENE, C.B.; PEREIRA, D.H.; SILVA, R.C.; COSTA, L, F. Preenchimento de falhas em dados de precipitação através de métodos tradicionais e por inteligência artificial. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 29, p. 177-204, 2021.

SALHI, H.; BENSAID, M.; AOUAD, R.; DJILALI, A. Evaluation of the spatial distribution of the extreme rainfall across Algeria country. **Environmental Earth Sciences**, v. 83, n. 14, p. 440, 2024.



SCHNEIDER, H.; SILVA, C.A da. O uso do modelo box plot na identificação de anos-padrão secos, chuvosos e habituais na microrregião de Dourados, Mato Grosso do Sul. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 27, p. 131-146, 2014.

SHEKEDE, M. D.; SHOKO, C.; DUBE, T. Opportunities, progress, and prospects in remote sensing of climate variability. **Remote Sensing of Climate**, p. 407-417, 2024.

SILVA, M. R.; MOURA, F. P. de.; JARDIM, C. H.O diagrama de caixa (Box Plot) aplicado à análise da distribuição temporal das chuvas em Januária, Belo Horizonte e Sete Lagoas, Minas Gerais-Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**, 2017.

SILVA, D. F.; PRELA-PANTANO., A.; SANT'ANNA NETO, J. L. Variabilidade da precipitação e produtividade agrícola na região do Médio Paranapanema, SP. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 3, 2021. DOI: 10.5380/abclima.v3i0.25431. Disponível em: <https://ojs.ufqd.edu.br/rbclima/article/view/13519>. Acesso em: 21 jan. 2025.

TAVARES, A. C. Critérios de escolha de anos padrões para análise rítmica. **Geografia**, n. 1, v. 1, Rio Claro, abril 1976, p. 79-87.

VAREJÃO-SILVA, M. A. **Meteorologia e climatologia**. Versão Digital 2. Recife, 2006. 449 p. Disponível em: <http://www.agritempo.gov.br>.

ZAVATTINI, J. A. O paradigma da análise rítmica e a climatologia geográfica brasileira. **Geografia**, p. 25-44, 2000.

ZEROUALI, B.; DJOUDI, N.; BOUCHERIT, A.; SLIMANI, K. A new regionalization of rainfall patterns based on wavelet transform information and hierarchical cluster analysis in northeastern Algeria. **Theoretical and Applied Climatology**, v. 147, n. 3, p. 1489-1510, 2022.

