

VARIABILIDADE PLUVIOMÉTRICA NA REGIÃO GEOGRÁFICA IMEDIATA DE LONDRINA/PR A PARTIR DA ESTATÍSTICA DOS PERCENTIS

PRECIPITATION VARIABILITY IN THE IMMEDIATE GEOGRAPHIC REGION OF LONDRINA-PR BASED ON PERCENTILES

VARIABILIDAD PLUVIOMÉTRICA EN LA REGIÓN GEOGRÁFICA INMEDIATA DE LONDRINA/PR CALCULADA EN PERCENTILES

Estevão Conceição Gomes Junior¹

Resumo

Pesquisas sobre mudanças climáticas e suas interfaces no meio ambiente se intensificaram nos últimos anos do século XX e adentraram no século XXI. Nesta direção, estudos que analisam estratégias e metodologias, com cunho matemático e estatístico, são capazes de avaliar o presente e projetar cenários futuros. Entende-se aqui o clima como um dos grandes agentes do meio físico capaz de impactar a continuidade dos seres vivos, notadamente dos seres humanos. Assim, a variabilidade pluviométrica é uma das grandezas climáticas que tem impacto direto, por exemplo, na produção de alimentos e manutenção de habitats. Diante do exposto, o presente artigo tem como objetivo caracterizar e avaliar a variabilidade climática na Região Geográfica Imediata de Londrina (RGIML) a partir da aplicação da estatística dos percentis, no grande âmbito da estatística descritiva. Foram analisados os dados de chuva disponíveis para a série histórica de 1987 a 2018 (31 anos) em escala temporal diária, mensal e anual em 11 municípios da RGIML para avaliação da variabilidade pluviométrica. Aplicou-se ainda a técnica dos percentis para determinação dos eventos extremos de precipitação, adotando os percentis 99%, 95% e 90% como indicadores dos valores extremos. A RGIML configura-se como uma região pluviograficamente homogênea com relação às chuvas médias mensais, porém heterogênea com relação às chuvas médias anuais, com variabilidades pluviométricas decadais nos meses da primavera (32%), verão (24%), outono (44%) e inverno (53%). Por fim, a técnica dos percentis permitiu estipular que chuvas acima de 43 mm/dia são consideradas extremas para a RGIML.

Palavras-chave: mudanças climáticas; eventos extremos; El Niño; quantis; monitoramento climático.

Abstract

Research on climate change and its connections with the environment intensified in the last years of the 20th century and entered the 21st century. In this context, studies that analyze strategies and methodologies with a mathematical and statistical approach can assess the present and project future scenarios. Climate is recognized as one of the major agents in the physical environment capable of impacting the continuity of living beings, especially humans. Therefore, precipitation variability is one of the climatic parameters directly impacting, for example, food production and habitat maintenance. This article aims to characterize and evaluate climate variability in the Immediate Geographic Region of Londrina through the application of percentile statistics in the broad scope of descriptive statistics. Rainfall data available from a historical series spanning 31 years (1987–2018) were analyzed at daily, monthly, and annual temporal scales across 11 municipalities in the Geographic Region of Londrina to assess precipitation variability. The percentile technique was further employed to identify extreme precipitation events, using percentiles of 99%, 95%, and 90% as indicators of extreme values. The Immediate Geographic Region of Londrina was found to be homogeneous concerning average monthly rainfall but exhibited heterogeneity regarding average annual rainfall, with precipitation variability ranging from 32% in spring, 24% in summer, 44% in autumn, and 53% in winter, respectively. Ultimately, the percentile technique enabled the determination that rainfall above 43 mm/day is considered extreme for the Immediate Geographic Region of Londrina.

Keywords: climate changes; extreme events; El Niño; quantiles; climate monitoring.

¹ Doutor em Geografia pela Universidade Estadual de Londrina (UEL). Coordenador do Projeto *Professor Inovador* no Centro Universitário Filadélfia (UniFil). Coordenador do *Programa de Residência Pedagógica* no Centro Universitário Filadélfia (UniFil). E-mail: tevaio.junior@gmail.com

Resumen

La investigación sobre el cambio climático y sus interfaces con el medio ambiente se intensificó en los últimos años del siglo XX y prosiguió en el siglo XXI. En esa dirección, los estudios que analizan estrategias y metodologías, de orden matemático y estadístico, son capaces de evaluar el presente y proyectar escenarios futuros. El clima es entendido aquí como uno de los grandes agentes del medio físico capaz de incidir en la continuidad de los seres vivos, en particular en la del ser humano. Así, la variabilidad de las precipitaciones es una de las variables climáticas que tiene un impacto directo, por ejemplo, en la producción de alimentos y el mantenimiento del hábitat. Dado lo anterior, este artículo pretende caracterizar y evaluar la variabilidad climática en la Región Geográfica Inmediata de Londrina (RGIML) mediante el cálculo de percentiles, en el amplio ámbito de la estadística descriptiva. Se analizaron los datos de lluvia disponibles para la serie histórica de 1987 a 2018 (31 años) a escala diaria, mensual y anual en 11 municipios de la RGIML para evaluar la variabilidad de las precipitaciones. También se aplicó la técnica de percentiles para la determinación de eventos extremos de precipitación, adoptando los percentiles 99%, 95% y 90% como indicadores de valores extremos. La RGIML se configura como una región pluviográficamente homogénea en la precipitación media mensual, pero heterogénea en precipitación media anual, con variabilidad pluvial decadal en los meses de primavera (32%), verano (24%), otoño (44%) e invierno (53%). Finalmente, la técnica de percentiles permitió establecer que las precipitaciones superiores a 43 mm/día se consideran extremas para la RGIML.

Palabras-clave: cambios climáticos; eventos extremos; El Niño; cuantiles; monitoreo climático.

1 Introdução

O planeta Terra é um complexo sistema com entradas e saídas de energia que variam significativamente de um lugar para o outro. São justamente estas diferenças que permitem uma diversidade de paisagens e fatores bióticos e abióticos. Assim, entre os inúmeros agentes de diferenciação, destaca-se o clima, como resultado da interação entre a radiação solar e a superfície terrestre, desempenhando um papel fundamental na criação e desenvolvimento de espécies animais, tipos vegetacionais, relevo, solo e tantas outras esferas do meio físico.

Diversos estudos como o de Sorre (1952), Monteiro (1991), Christofolletti (1999) e Marengo (2006) apontam o clima como um importante objeto de estudo para a interpretação da dinâmica do planeta Terra em escala espacial e temporal. Neste sentido, a precipitação pluviométrica e suas grandezas (altura, duração, intensidade e tempo de retorno) relacionam-se com alterações em áreas rurais, voltadas para a produção de alimentos, ou ainda em áreas urbanas, onde se concentra grande parte da população brasileira (IBGE, 2011; TEN CATEN *et al.*, 2012; FREITAS; MENDONÇA, 2016).

A partir do estudo divulgado pelo Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, 2007), que indicou o aumento da frequência dos eventos climáticos extremos durante o século XXI, a comunidade científica mundial dedicada às pesquisas nesta área do conhecimento intensificou seus estudos, visando compreender não apenas a natureza física dos fenômenos, mas o real impacto para a sociedade a partir de modelagens estatísticas preditivas. Portanto, entende-se que atributos matemáticos e estatísticos aplicados ao monitoramento

climático podem contribuir para a criação de um banco de dados capaz de analisar tendências climáticas globais.

Nesta proposta, os extremos de precipitação podem ser observados adotando a técnica dos percentis, uma derivação da técnica dos quantis (PINKAYAN, 1966), que permite a ordenação dos dados de longas séries históricas em planilhas digitais, observando os dados extremos e o número de dias com e sem chuva. Assim, pretende-se neste artigo observar e mensurar a variabilidade pluviométrica na Região Geográfica Imediata de Londrina/PR, aplicando como ferramenta estatística de observação a técnica dos percentis.

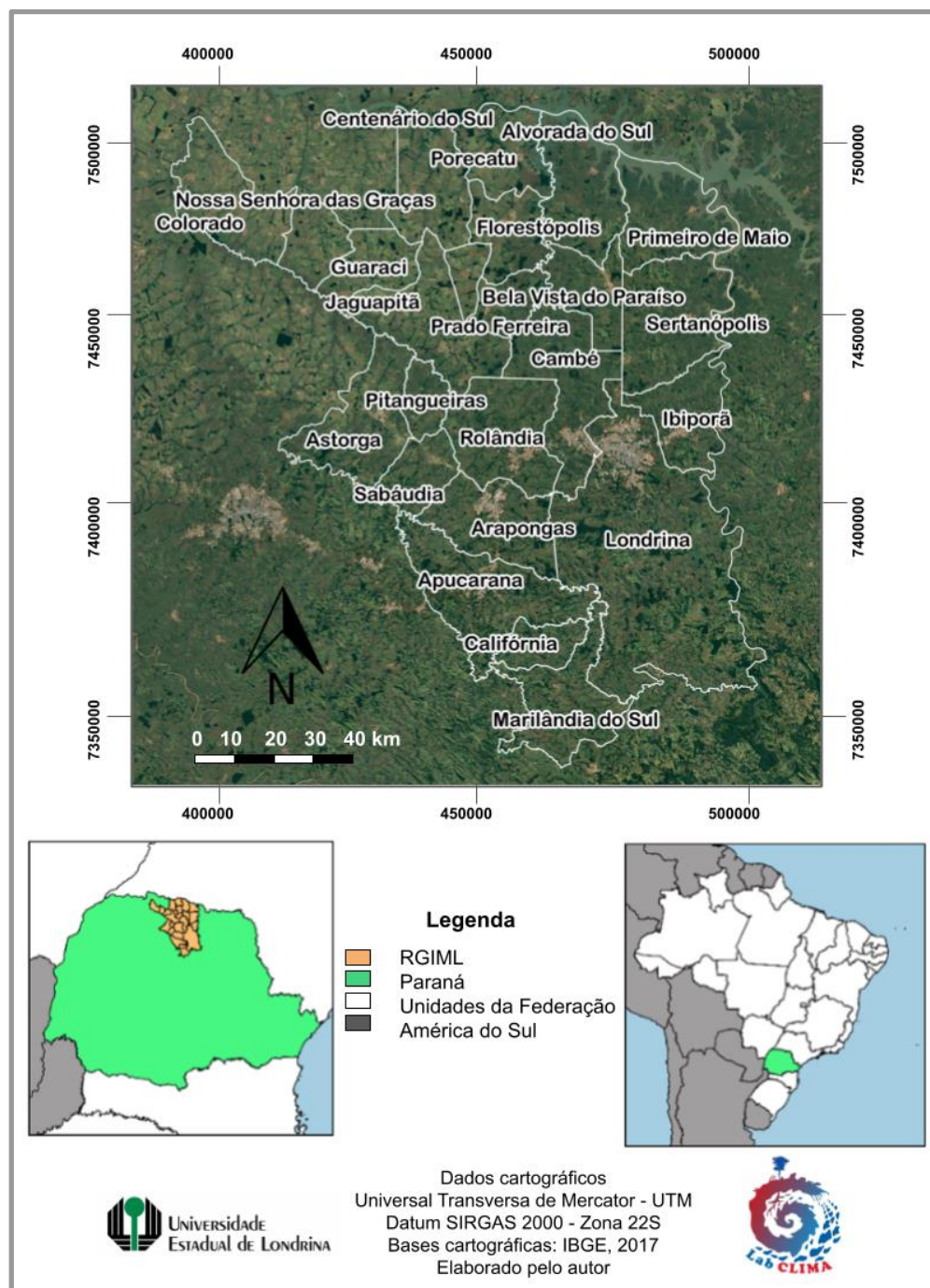
2 Materiais e métodos

2.1 Área de estudo

A Região Geográfica Intermediária de Londrina (RGIL) é constituída por 94 municípios, com uma população total estimada de 2 milhões de habitantes, distribuídos em uma área total de 32.500 km² (IBGE, 2017). Destacam-se — em função de suas dimensões populacionais e projeção econômica — Londrina, com aproximadamente 589.000 habitantes, Apucarana, com aproximadamente 137.000 e Araçongas, com aproximadamente 126.000.

Inserida na RGIL está a Região Geográfica Imediata de Londrina (RGIML), composta por 23 municípios (Figura 1) que têm como principal referência a rede urbana de Londrina, que é a região de concentração dos postos pluviométricos analisados.

Figura 1: Mapa de localização da área de estudo



Fonte. Elaborado pelo autor.

A Divisão Regional do Brasil em Regiões Geográficas Imediatas e Regiões Geográficas Intermediárias 2017, assim como as outras divisões regionais elaboradas pelo IBGE, comporta, em si, uma datação marcada no tempo e no espaço. É um trabalho que deve ser encarado como um processo, que se realiza em etapas e que implica atualização, conforme a renovação dos ciclos metodológicos de seus subsídios e outras teorias que podem surgir (IBGE, 2017).

2.2 Caracterização climática

A RGIML é cortada pelo Trópico de Capricórnio; configura como área de transição da Zona Intertropical para a Zona Temperada Sul. Porém, predominam as características típicas do clima tropical, com verões chuvosos e invernos com redução na precipitação. No verão prevalecem os sistemas atmosféricos de baixa pressão e no inverno os de alta (BORSATO; MENDONÇA, 2013).

De acordo com a Classificação Climática de Köppen (1901; 1936; PEEL; FINLAYSON; MCMAHON, 2007) ocorrem na área de estudo os seguintes tipos climáticos:

Cfa: Clima temperado úmido com verão quente (ou ainda subtropical úmido), caracterizado pela ausência de uma estação seca; a temperatura do mês mais quente fica acima de 22°C, ou seja, com verões quentes (acima de 30°C); mas sujeito à ocorrência de geadas nos meses de inverno, com uma temperatura média inferior a 16°C e com chuvas bem distribuídas.

Cfb: Clima temperado úmido com verão temperado (ou ainda subtropical úmido), também caracterizado por não apresentar uma estação seca definida. A temperatura do mês mais quente é inferior a 22°C, com verões amenos (abaixo de 30°C) e geadas podem ocorrer nos meses de outono e inverno, com temperaturas abaixo de 20°C. A temperatura média no inverno é de 14°C, podendo chegar a temperaturas mínimas inferiores a 8°C, com chuvas bem distribuídas.

2.3 Procedimentos metodológicos

Para a caracterização pluviométrica regional foram analisados os dados de chuva disponíveis para a série histórica de 1987 a 2018 (31 anos) em escala temporal diária, mensal e anual de 12 postos pluviométricos localizados em 11 municípios da Região Geográfica Imediata de Londrina e Maringá, a citar: Alvorada do Sul, Arapongas, Astorga, Califórnia, Cambé, Centenário do Sul, Colorado, Londrina, Porecatu, Primeiro de Maio e Rolândia (Tabela 1). Os dados pluviométricos foram obtidos por meio do Sistema Meteorológico do Paraná (SIMEPAR), Instituto das Águas Paraná (ÁGUASPARANÁ) e Instituto Agrônômico do Paraná (IAPAR).

Tabela 1: Localização das estações meteorológicas utilizadas

| Município | Estação | Código | Latitude | Longitude | Altitude |
|-------------------|-------------------|---------------|-----------------|------------------|-----------------|
| Alvorada do Sul | Alvorada do Sul | 2251038 | 22° 46' 00" | 51° 13' 59" | 373m |
| Arapongas | Arapongas | 2351048 | 23° 24' 00" | 51° 25' 59" | 793m |
| Astorga | Astorga | 2351051 | 23° 14' 14" | 51° 39' 41" | 572m |
| Califórnia | Califórnia | 2351037 | 23° 39' 00" | 51° 21' 00" | 790m |
| Cambé | Prata | 2351031 | 23° 03' 58" | 51° 15' 40" | 438m |
| Centenário do Sul | Centenário do Sul | 2251069 | 22° 49' 22" | 51° 35' 44" | 500m |
| Colorado | Alto Alegre | 2251033 | 22° 53' 53" | 51° 53' 17" | 487m |
| Londrina | Agroclimatologia | 2351003 | 23° 18' 00" | 51° 09' 00" | 585m |
| Londrina | São Luiz | 2351035 | 23° 31' 00" | 51° 13' 59" | 740m |
| Porecatu | Porecatu | 2251023 | 22° 45' 17" | 51° 22' 26" | 425m |
| Primeiro de Maio | Primeiro de Maio | 2251039 | 22° 51' 06" | 51° 01' 55" | 370m |
| Rolândia | Rolândia | 2351053 | 23° 12' 00" | 51° 27' 00" | 653m |

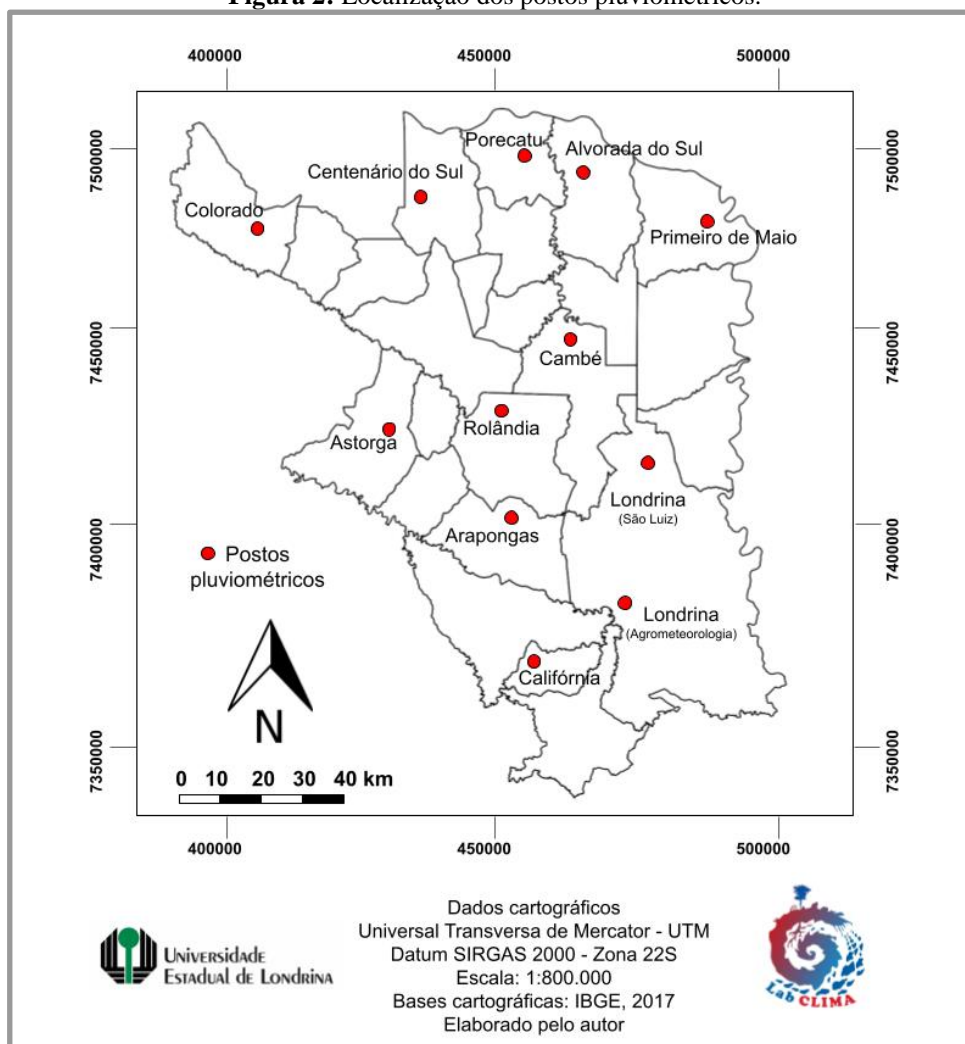
Fonte: Elaborado pelo autor.

Para a escolha dos dados de precipitação, utilizaram-se duas metodologias de análise — a distribuição geográfica dos postos pluviométricos (Figura 2) e as séries históricas diárias dos dados pluviométricos dos municípios que possuíam falhas no banco de dados inferior a 5%. Os dados pluviométricos faltantes foram preenchidos utilizando a técnica da ponderação regional, que consiste na seleção de pelo menos 3 postos que disponham de, no mínimo, 10 anos de dados e que se localizem em uma região climática semelhante ao posto a ser preenchido (MELLO; KOHLS; OLIVEIRA, 2017). Assim, adotou-se a equação descrita por Bertoni e Tucci (2007), para preenchimento das falhas:

$$D_{x=\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{Mx}{Mi}} D_i \quad (1)$$

onde Dx é o dado mensal a ser ponderado para a estação com dados faltantes, Di o dado ocorrido na estação mais próxima geograficamente de ordem “i” no mês de ocorrência da falha na estação com dados faltantes, Mx o dado médio mensal da estação com dados faltantes, Mi o dado médio mensal da estação mais próxima geograficamente de ordem “i” e n o número de estações vizinhas utilizadas no cálculo.

Figura 2: Localização dos postos pluviométricos.



Fonte: Elaborado pelo autor.

2.4 Delineamento estatístico

Proposta inicialmente por Pinkayan (1966) e difundida por Xavier, Silva e Rebello (2002) para estabelecer a classificação e o monitoramento de dias secos e úmidos, a técnica dos quantis consiste na hierarquização dos dados em quatro intervalos de mesma quantidade de indivíduos $x - 0-25\%$, $25-50\%$, $50-75\%$ e $75-100\%$.

Derivada da técnica dos quantis, destaca-se a técnica dos percentis, que consiste na ordenação dos dados de uma variável x em ordem decrescente, considerando a divisão da amostra em 100 partes (percentual) em uma planilha digital. Sendo assim, para a caracterização dos limiares dos eventos de precipitação e sua ocorrência na RGIML, os dados de chuvas diários (precipitação igual ou superior a 0,1 mm) da escala temporal escolhida (1987 a 2018) foram ordenados em forma decrescente, sendo o percentil 99%, 95% e 90% utilizados para

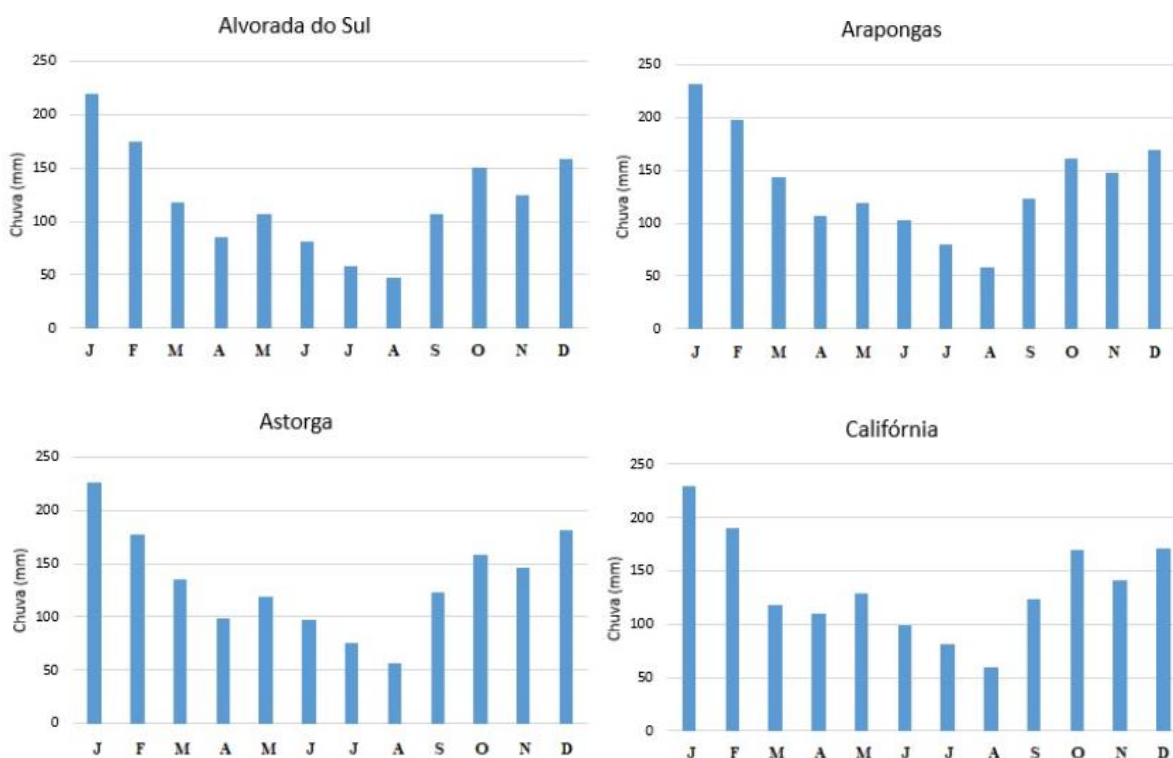
determinação dos eventos extremos de precipitação. Neste estudo, foi utilizada a planilha digital Excel® para a ordenação dos dados de precipitação.

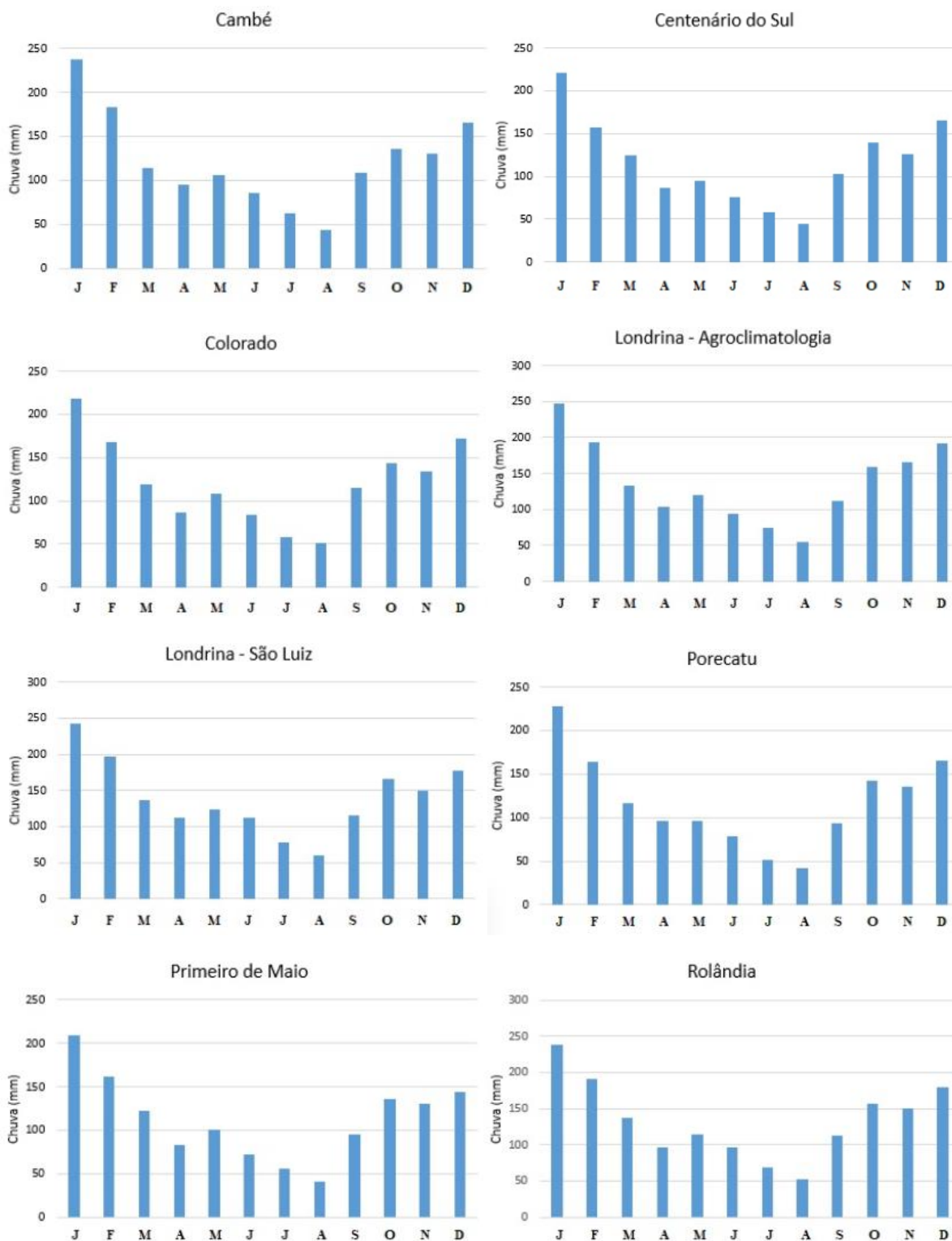
3 Resultados

3.1 Caracterização climática regional

Como abordado por Gomes Junior e Ely (2021), a RGIML apresenta duas estações do ano bem definidas, tendo como base o ano hidrológico: uma chuvosa entre outubro e março e outra com redução das chuvas entre abril e setembro. O mês de agosto destaca-se como o mais seco, com média de 50 mm e janeiro como o mais úmido (228 mm). De maneira geral, as médias históricas mensais das chuvas ocorrem de forma semelhante em todos os municípios estudados, configurando uma região pluviométrica homogênea (Figura 3).

Figura 3: Composição de imagens: distribuição das precipitações médias mensais (1987-2018) nas estações meteorológicas estudadas

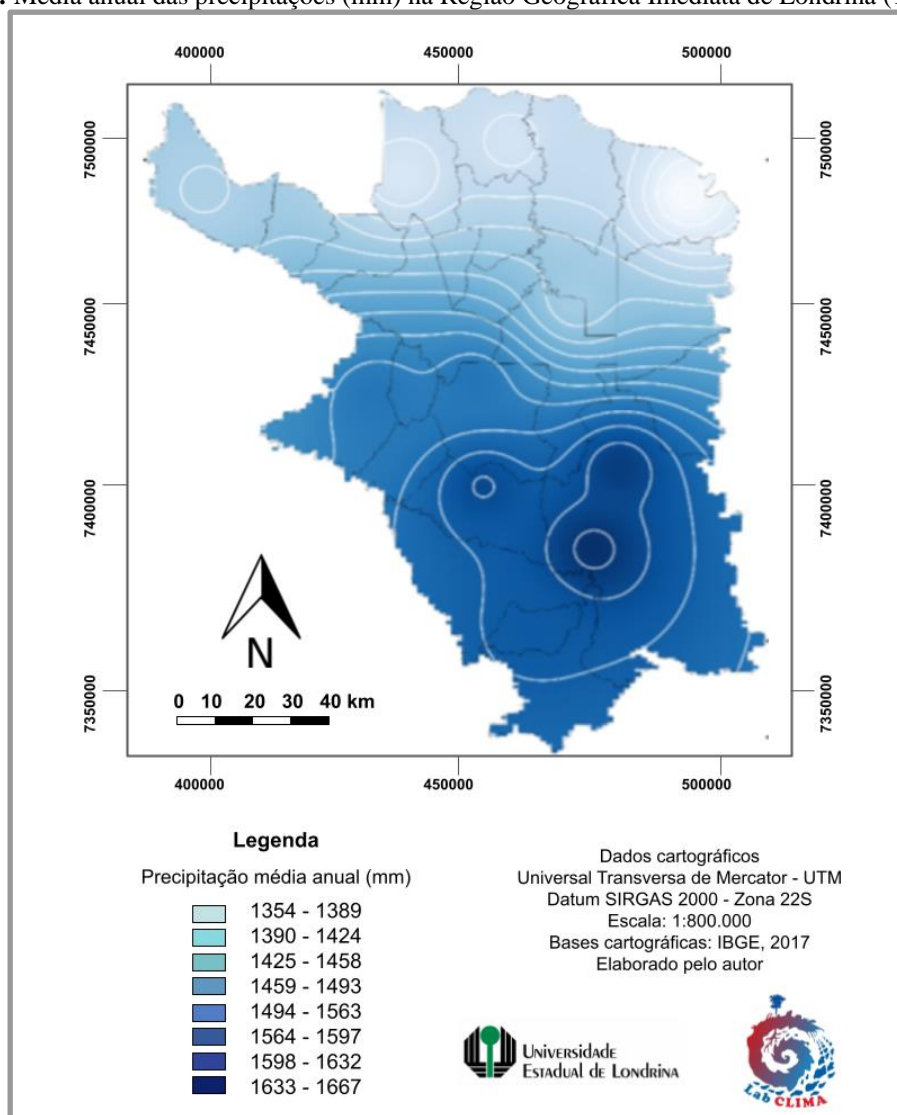




Fonte: Águas Paraná, 2018 e elaborado pelo autor.

A variabilidade espacial das chuvas se dá no sentido sul-norte, com os municípios localizados ao norte apresentando menor precipitação pluviométrica (Figura 4), como Primeiro de Maio:

Figura 4: Média anual das precipitações (mm) na Região Geográfica Imediata de Londrina (1987-2018)



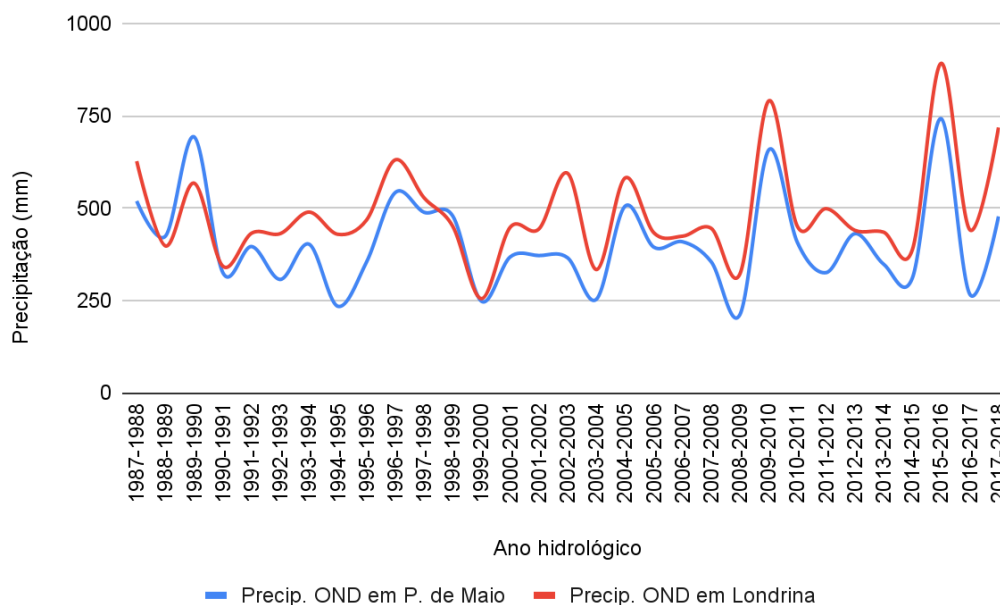
Fonte: Elaborado pelo autor.

O município de Primeiro de Maio, o mais seco e localizado ao norte RGIML, apresenta uma redução de 23% na pluviometria quando comparado ao município mais chuvoso, Londrina. Observa-se uma variabilidade pluviométrica de 32% no último intervalo decadal da série histórica (2008-2018) (Figura 5), nos totais pluviométricos em Primeiro de Maio e Londrina (distrito de São Luiz) no trimestre outubro, novembro e dezembro (OND), que marca o início do período úmido.

O trimestre OND demarca o período de aumento das chuvas na região. Para ambas as estações, o ano hidrológico de 2015/2016 apresentou o maior índice de chuva no trimestre OND. Esse fato se deve à atuação do fenômeno oceânico-atmosférico El Niño que, nesse ano, foi classificado como muito forte pela Administração Oceânica e Atmosférica Nacional (NOAA), gerando fortes chuvas na região Sul do Brasil. Como apresentado por Pscheidt e

Grimm (2009), a região Sul do Brasil é notadamente conhecida pela forte influência do fenômeno El Niño sobre a variabilidade pluviométrica, com elevação na precipitação pluvial nos últimos meses do ano, principalmente entre novembro-dezembro.

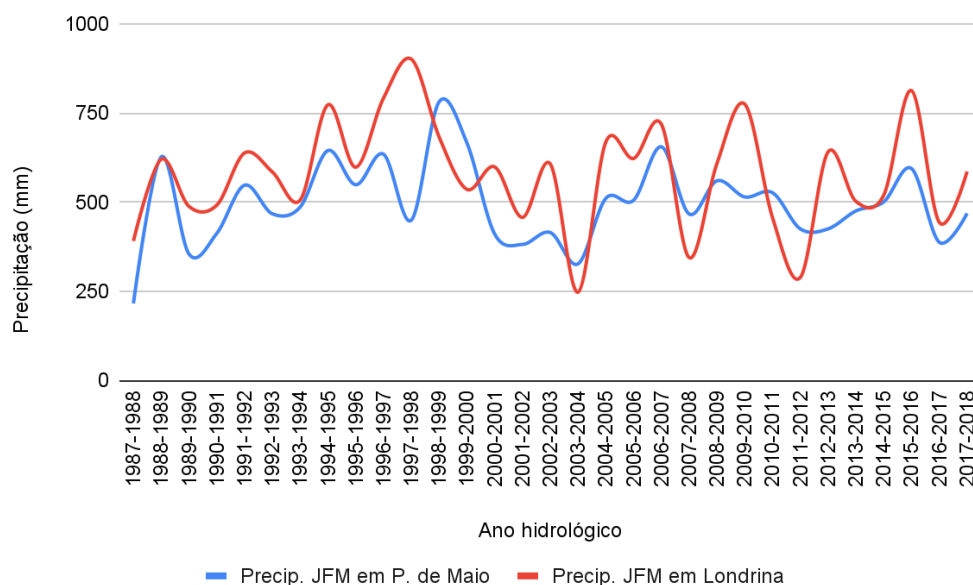
Figura 5: Volume e variação das chuvas no trimestre OND em Primeiro de Maio e Londrina (1987-2018)



Fonte: Elaborado pelo autor.

O trimestre JFM é o mais chuvoso para a região (Figura 6), justificado pelo maior volume pluviométrico nas doze estações meteorológicas estudadas. Destacam-se os anos hidrológicos de 2006/2007 (El Niño fraco), 1997/1998 (El Niño muito forte) e 2015/2016 (El Niño muito forte), com as maiores alturas pluviométricas registradas pela estação meteorológica de Londrina (distrito de São Luiz). Já em uma perspectiva nacional, como apresentado por Cirino *et al.* (2015), a produção de milho e feijão é bastante vulnerável aos efeitos do El Niño na região Nordeste, com perdas de produtividade que chegam a 50%. O impacto crítico sobre o milho e o feijão tem importantes consequências, uma vez que essas culturas são produzidas principalmente por agricultores familiares.

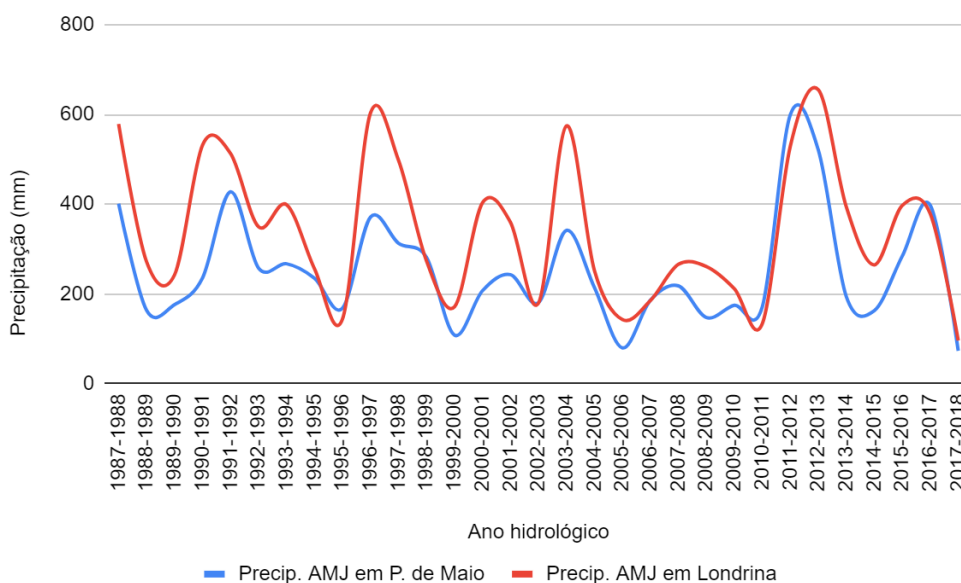
Figura 6: Volume e variação das chuvas no trimestre JFM em Primeiro de Maio e Londrina (1987-2018)



Fonte: Elaborado pelo autor.

Por outro lado, o trimestre AMJ, predominantemente dentro do outono, mostra a redução das precipitações na região (Figura 7), quando comparadas aos totais pluviométricos de Primeiro de Maio e Londrina nos trimestres OND e JFM.

Figura 7: Volume e variação das chuvas no trimestre AMJ em Primeiro de Maio e Londrina (1987-2018)



Fonte: Elaborado pelo autor.

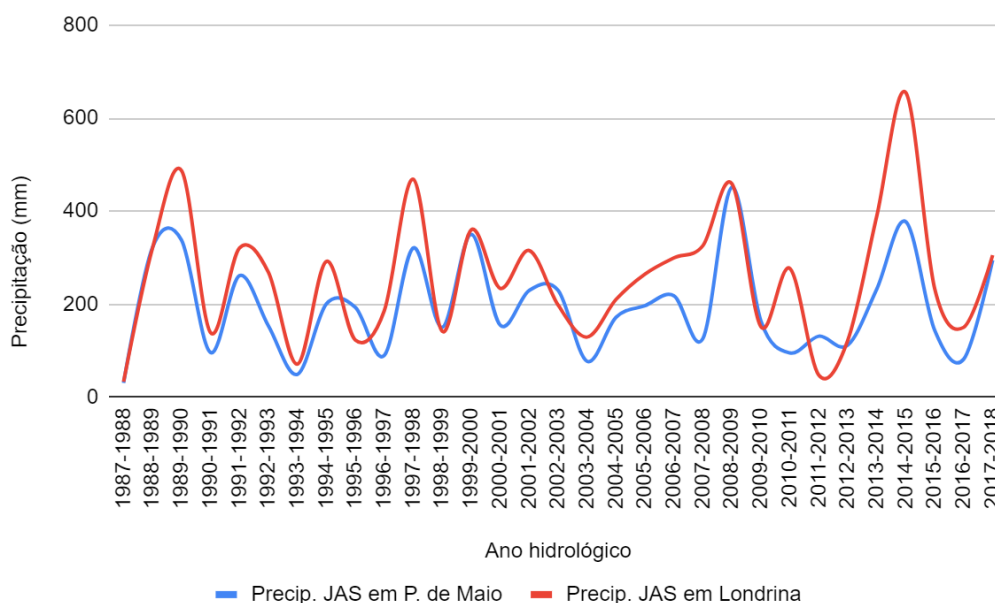
Gomes Junior e Ely (2021) identificaram, por meio da aplicação dos testes estatísticos não-paramétricos de Mann-Kendall e Curvatura de Sen, o outono na RGIL, com tendência

negativa (redução das chuvas) para todos os cenários em que houve significância estatística superior ao nível de confiança de 90%.

O ano de 2011/2012 esteve marcado pela ocorrência de La Niña, de intensidade moderada e 2012/2013 pela ausência de anomalias. O trimestre JAS é o mais seco da região, com média de 75 mm. Porém, observou-se um aumento das chuvas no trimestre para ambos os municípios (Figura 8) nos três intervalos decadais observados (1988-1998, 1998-2008 e 2008-2018).

Nesta direção, Caramori *et al.* (2006) identificaram no Paraná predomínio de períodos secos no outono/inverno. As estiagens no estado do Paraná, por sua vez, concentram-se nos meses de menor pluviosidade, ou seja, no outono/inverno (Ferreira, 2007). De acordo com Fritzsons *et al.* (2011) e Salton, Morais e Lohmann (2021), as regiões de menores pluviometrias no Paraná são o norte e noroeste, onde o clima é mais seco, há estiagens no inverno em pelo menos um mês e as chuvas concentram-se no verão.

Figura 8: Volume e variação das chuvas no trimestre JAS em Primeiro de Maio e Londrina (1987-2018)



Fonte: Elaborado pelo autor.

3.2 Limiares extremos de precipitação: técnica dos percentis

Visando observar a variabilidade espacial das chuvas na RGIML, a definição dos limiares extremos de precipitação permite observar, de forma detalhada, a dispersão geográfica em uma determinada região e o valor pluviométrico associado a tais eventos.

De acordo com Souza (2020), os percentis comumente utilizados para demonstrar os eventos extremos de precipitação são 99% e 95%. O estudo realizado pela autora anteriormente mencionada observou, também para o clima tropical, entre os meses de novembro a março, a maior ocorrência de eventos extremos de chuva no intervalo dos percentis 95% e 99%; adotou-se em sua área de estudo (Brasília/DF), eventos de precipitação extrema com o total igual ou superior a 52 mm/dia.

Sendo assim, os dados diários de chuva (\geq a 0,1 mm) das estações meteorológicas estudadas na RGIML foram analisados aplicando os percentis 99%, 95% e 90% (Tabela 2).

Tabela 2: Limiares de eventos extremos de precipitação em diferentes percentis para a Região Geográfica Imediata de Londrina e Maringá

| Estações meteorológicas/percentil | Precipitação (mm) | | |
|-----------------------------------|-------------------|------|------|
| | 99% | 95% | 90% |
| Alvorada do Sul | 76 | 60,9 | 48 |
| Arapongas | 89,2 | 52 | 40 |
| Astorga | 79,8 | 50 | 40 |
| Califórnia | 93 | 61 | 50 |
| Cambé | 89,1 | 65,8 | 46,9 |
| Centenário do Sul | 81,6 | 49,9 | 39 |
| Colorado | 89,4 | 53,6 | 44 |
| Londrina-Agrometeorologia | 93,8 | 53 | 35 |
| Londrina-São Luiz | 165,1 | 69,3 | 55,3 |
| Porecatu | 85,2 | 49,2 | 37 |
| Primeiro de Maio | 89,7 | 51,2 | 39 |
| Rolândia | 88 | 56,3 | 42 |
| Média | 93,3 | 56 | 43 |
| Desvio-padrão | 22,2 | 6,4 | 5,7 |

Fonte: Elaborado pelo autor.

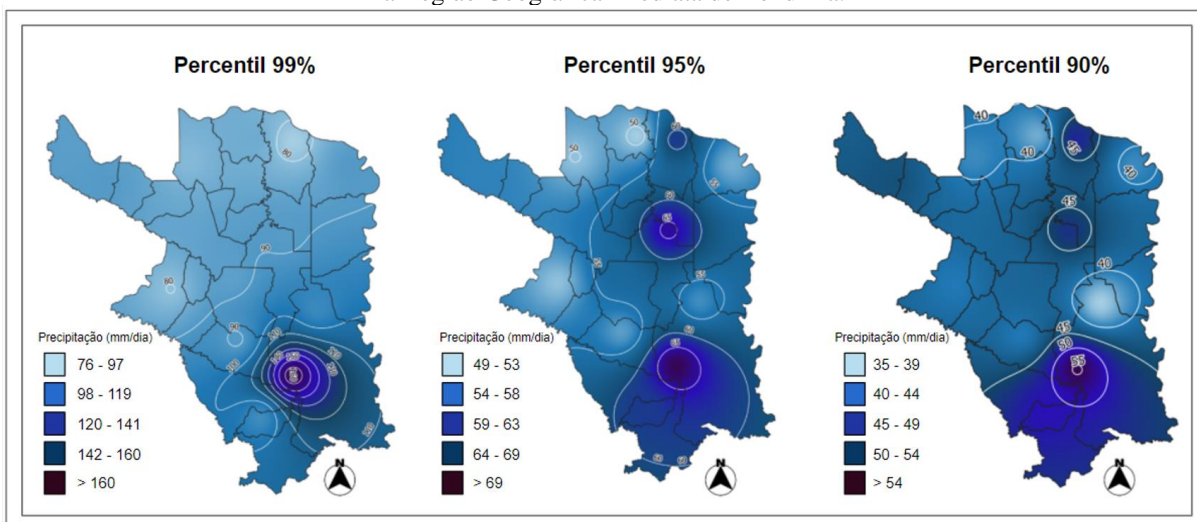
O percentil 99% indica os eventos extremos de maior precipitação. A estação de Alvorada do Sul apresenta o menor limiar (76 mm), enquanto Londrina-São Luiz, com 165,1 mm, marca a estação com o maior. Ressalta-se ainda que o percentil 99% apresentou o maior desvio-padrão, indicando a maior variação entre os limiares nas estações meteorológicas estudadas.

Com relação ao percentil 95%, a estação meteorológica de Porecatu apresentou o menor limiar de 49,2 mm; Londrina, novamente, apresentou o maior limiar (69,3 mm). Com relação ao percentil 90%, ocorreu o menor desvio-padrão entre as estações e uma média de 43 mm. Desta forma, é importante destacar que o percentil 90% denota o início estatístico dos eventos extremos de precipitação e, como abordado por Dunn e Morice (2022), ampliam-se os efeitos diretos na degradação dos solos agrícolas.

Neste percentil, o município de Londrina concentrou o menor e o maior limiar (Londrina-Agrometeorologia - 35 mm/ Londrina-São Luiz - 55,3 mm) (Figura 9).

A exemplo dos impactos de eventos extremos de precipitação, citam-se os ocorridos no município de Londrina/PR nos anos de 2015 e 2016 (IAPAR, 2016). Em 2015, os meses de maio e julho (este último geralmente mais seco) bateram recordes de precipitação (IAPAR, 2015), além do excesso de chuvas na primavera e verão deste mesmo ano. Janeiro de 2016 apresentou um novo recorde de precipitação, ultrapassando os 400 mm/mês. Em maio do mesmo ano, os indicadores apontaram precipitação mensal acima dos 250 mm (IAPAR, 2016).

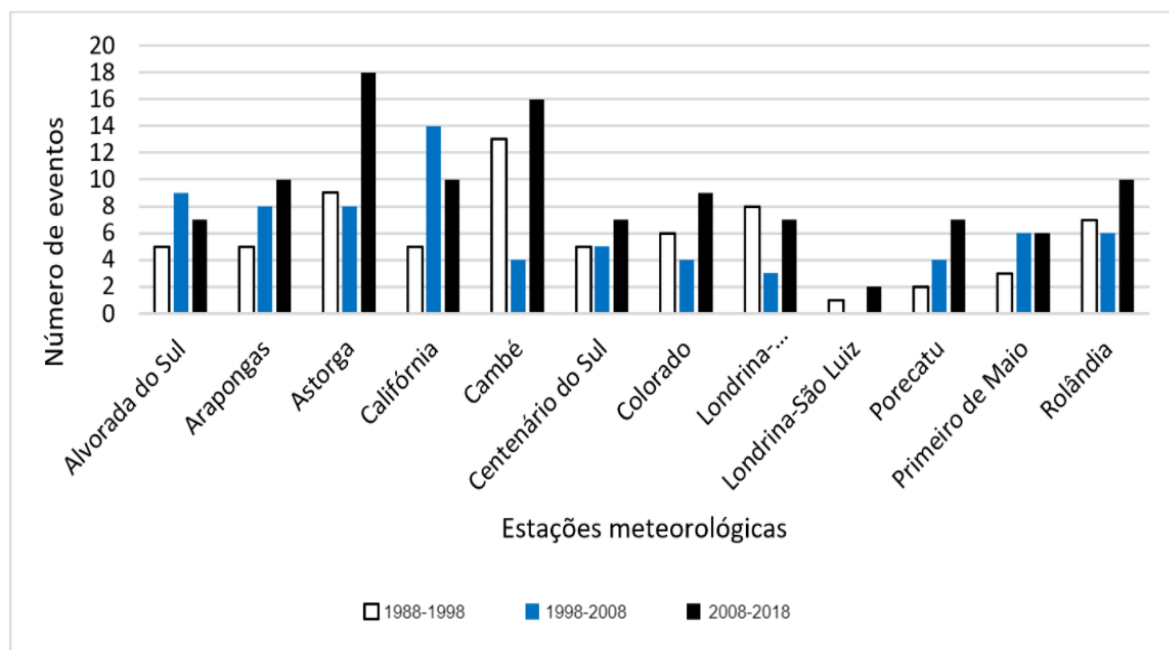
Figura 9: Limiares de precipitação para os percentis 99%, 95% e 90% para as estações meteorológicas estudadas na Região Geográfica Imediata de Londrina.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Diante do exposto, as estações meteorológicas localizadas no município de Londrina (Agrometeorologia e São Luiz) apresentaram variabilidade significativa nos percentis 99% e 90%. Além disso, ao analisar a escala temporal dos eventos de precipitação inseridos no percentil 99%, observou-se que 8 das 12 estações meteorológicas monitoradas apresentaram aumento do número destes eventos nos últimos 10 anos (Figura 10).

Figura 10: Número de eventos no percentil 99% em escala decadal (1988-1998, 1998-2008 e 2008-2018) para as estações meteorológicas da Região Geográfica Imediata de Londrina



Fonte: Elaborado pelo autor.

4 Considerações finais

A Região Geográfica Imediata de Londrina (RGIML) configura-se como uma região pluviograficamente homogênea com relação às chuvas médias mensais, porém heterogênea com relação às chuvas médias anuais, sendo o norte menos chuvoso (1.410 mm) e o sul mais chuvoso (1.634 mm).

As maiores variações pluviométricas decadais foram observadas na primavera (32%) e no inverno (53%) entre 2008 e 2018 e no verão (24%) e no outono (44%) entre 1988-1998.

A utilização do termo “chuva extrema” deve ser mais bem compreendido, entendendo que há variação da distribuição geográfica d

as chuvas e que a chuva extrema para um local pode não ser a mesma para outro. Para tanto, a técnica dos percentis permitiu estipular que chuvas acima de 43 mm/dia — por iniciarem o percentil 90% — são consideradas extremas para a Região Geográfica Imediata de Londrina.

Referências

BERTONI, J. C.; TUCCI, C. E. M. Precipitação. *In*: TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: ciência e aplicação**. Porto Alegre: UFRGS, 2007. p. 177-241.

BORSATO, V. A.; MENDONÇA, F. A. A dinâmica dos sistemas atmosféricos no verão 2012- 2013 no Paraná e em Campo Mourão. *In*: SIMPÓSIO DE ESTUDOS URBANOS, 2.,

2013, Campo Mourão - PR. **Anais [...]**. Campo Mourão: FECILCAM (GEURF), Universidade Estadual do Paraná, 2013.

CARAMORI, P. H.; OLIVEIRA, D.; CAVIGLIONE, J. H.; BORROZZINO, E. **Análise histórica do clima paranaense**, 2006. Disponível em: http://www.iapar.br/arquivos/File/zip_pdf/analise6.pdf. Acesso em: 12 abr. 2021.

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de sistemas ambientais**. São Paulo: Edgard Blücher, 1999. 54 p.

CIRINO, P.; FERES, J.; BRAGA, M.; REIS, E. Assessing the impacts of ENSO-related weather effects on the Brazilian agriculture. **Procedia Economics and Finance**, [s. l.], v. 24, p. 146-155, 2015.

DUNN, R. J. H.; MORICE, C. P. On the effect of reference periods on trends in percentile-based extreme temperature indices. **Environ. Res. Lett.**, [s. l.], v. 17, 2022.

FERREIRA, M. E. **Estiagens no Estado do Paraná 1971-2004**. 2007. 148 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.

FREITAS, R. E.; MENDONÇA, M. A. A. Expansão agrícola no Brasil e a participação da soja: 20 anos. **Rev. Econ. Sociol. Rural**, Brasília, v. 54, n. 3, p. 497-516, jul./set. 2016.

FRITZSONS, E.; MANTOVANI, L. E.; WREGGE, M. S.; CHAVES NETO, A. Análise da pluviometria para definição de zonas homogêneas no Estado do Paraná. **RA'EGA - O Espaço Geográfico em Análise**, Curitiba - PR, v. 23, p. 555-572, 2011.

GOMES JUNIOR, E. C.; ELY, D. F. Métodos estatísticos não-paramétricos como ferramenta no monitoramento pluviométrico. **Revista da Casa da Geografia de Sobral (RCGS)**, Sobral - CE, v. 23, p. 38-53, 2021.

IAPAR - INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. **Dados diários de chuva**. 2015. Disponível em: <http://www.iapar.br/pagina-2236.html>. Acesso em: 12 jun. 2021.

IAPAR - INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. **Dados diários de chuva**. 2016. Disponível em: <http://www.iapar.br/pagina-2236.html>. Acesso em: 12 jun. 2021.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico 2010**: características da população e dos domicílios com resultados do universo. Brasília: IBGE, 2011. 270 p.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Coordenação de Geografia. **Divisão regional do Brasil em regiões geográficas imediatas e regiões geográficas intermediárias**. Rio de Janeiro: IBGE, 2017. 82 p.

IPCC. **Climate Change 2007**: impacts, adaptation and vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2007. 976 p.

KÖPPEN, W. Versucheiner Klassifikation der Klimate, vorzugsweise nach ihren Beziehungen zur Pflanzenwelt. **Geographische Zeitschrift**, v. 6, p. 593–611, 657-679, 1901.

KÖPPEN, W. Das Geographische System der Klimate. *In*: KÖPPEN, W.; GEIGER, R. (ed.). **Handbuch der Klimatologie**. Berlin: Gebruder Borntraeger, 1936. v. 1, p. 1-44, part C.

MARENGO, J. A. **Mudanças climáticas globais e seus efeitos sobre a biodiversidade: caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI**. Brasília: MMA, 2006.

MELLO, Y.; KOHLS, W.; OLIVEIRA, T. Uso de diferentes métodos para o preenchimento de falhas em estações pluviométricas. **Boletim de Geografia**, Maringá - PR, v. 35, n. 1, 2017.

MONTEIRO, C. A. F. **Clima e excepcionalismo** (Conjecturas sobre o desempenho da atmosfera como fenômeno geográfico). Florianópolis: UFSC, 1991. 120 p.

MONTEIRO, I. B. P. **Identificação de eventos de chuvas extremas em Brasília-DF: estudo de caso na área urbana da Bacia do Lago Paranoá**. 2020. 117 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade de Brasília, Departamento de Geografia, Departamento de Pós-Graduação em Geografia, Brasília, 2020.

PEEL, M. C.; FINLAYSON, B. L.; MCMAHON, T. A. Updated world map of the Koppen-Geiger climate classification. **Hydrol. Earth Syst. Sci.**, [s. l.], v. 11, n. 5, p. 1633–1644, 2007.

PINKAYAN, S. **Conditional probabilities of occurrence of wet and dry years over a large continental area**. Colorado-USA: Colorado State University, 1966. (Hydrology Papers, 12).

PSCHIEDT, I.; GRIMM, A. M. Frequency of extreme rainfall events in Southern Brazil modulated by interannual and interdecadal variability. **International Journal of Climatology**, [s. l.], v. 29, n. 13, p. 1988-2011, 2009.

SALTON, F.G.; MORAIS, H.; LOHMANN, M. Períodos secos no estado do Paraná. **Revista Brasileira de Meteorologia**, Rio de Janeiro, v. 36, n. 2, p. 295-303, 2021.

SORRE, M. **Les fondements de la géographie humaine**. Paris: Armand Colin, 1952. 494 p. Tome III, L'Habitat.

TEN CATEN A.; DALMOLIN R. S. D.; PEDRON F. A.; MENDONCA-SANTOS M. L. Spatial resolution of a digital elevation model defined by the wavelet function. **Pesq Agropec Bras.**, Brasília, v. 47, n. 3, p. 449-457, 2012.

XAVIER, T. M. B. S.; SILVA, J. F.; REBELLO, E. R. G. **A técnica dos quantis e suas aplicações em meteorologia, climatologia e hidrologia, com ênfase para as regiões brasileiras**. Brasília: Thesaurus Editora de Brasília, 2002. 141 p.