

PRECIPITAÇÃO EM PARANAÍ (PR): CARACTERIZAÇÃO DE EXTREMOS DIÁRIOS E MENSIS

Edilaine Valéria Destefani

Dra. em Geografia e docente da Universidade Estadual do Paraná, Campus Paranaíba

evdestefani@gmail.com

Adriana Strieder Philippsen

Me. em Ciências e docente da Universidade Estadual de Maringá

asphilippsen@uem.br

Marta Luiza de Souza

Dra. em Geociências e docente do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Estadual de Maringá

mlsouza@uem.br

RESUMO: Objetivou-se ajustar um modelo de probabilidade aos dados de precipitação mensal para a cidade de Paranaíba (PR), com intuito de compreender melhor a ocorrência de eventos extremos de precipitação que podem causar desastres naturais, como enxurradas intensas e alagamentos. A estimação dos parâmetros de cada distribuição foi realizada utilizando o método de máxima verossimilhança e, para verificar a aderência dos modelos estudados aos dados de precipitação, foi usado o teste de aderência de Kolmogorov-Smirnov, com 5% de significância. Foram construídos os gráficos QQ-plot e PP-plot para analisar a aderência e a qualidade do ajuste. As análises gráficas, por meio do QQ-plot e do teste de Kolmogorov-Smirnov, indicam que as distribuições Gama e Weibull, nessa ordem, são as mais apropriadas para modelar os eventos extremos de precipitação para a cidade de Paranaíba, sendo, portanto, tais distribuições adequadas para inferir a probabilidade de ocorrência das precipitações relacionadas aos eventos de formação de enxurradas intensas e alagamentos para a referida área urbana.

Palavras-chave: Enxurradas intensas. Alagamentos. Desastres naturais. Estatística descritiva. Modelos de probabilidade.

PRECIPITATION IN PARANAÍ (PR): CHARACTERIZATION OF DAILY AND MONTHLY EXTREMES

ABSTRACT: The objective was to adjust a probability model to the monthly precipitation data for the city of Paranaíba (PR), in order to better understand the occurrence of extreme precipitation events that can cause natural disasters, such as intense downpours and flooding. The parameters of each distribution were estimated using the maximum likelihood estimation, and the Kolmogorov-Smirnov adherence test with 5% significance was used to verify the adherence of the models studied to precipitation data. QQ-Plot and PP-Plot graphs were constructed to analyze the adherence and quality of the fit. Graphical analyses, using the QQ-Plot and the Kolmogorov-Smirnov test, indicate that the Gamma and Weibull distributions, in this order, are the most appropriate to model the extreme precipitation events for the city of Paranaíba, it is therefore suitable to infer the probability of occurrence of precipitation related to the events of intense downpours and flooding for the urban area.

Keywords: Intense downpours. Flooding. Natural disasters. Descriptive statistics. Probability models.

1. INTRODUÇÃO

A maioria dos desastres naturais ocorridos em território brasileiro estão relacionados a fenômenos hidrometeorológicos, que ocasionam inundações, alagamentos, enxurradas intensas, deslizamentos de massa, erosões, assoreamentos de rios, entre outros (CEPED/UFSC, 2013). Os resultados são perdas e danos materiais e prejuízos socioeconômicos à população afetada e ao governo, inclusive óbitos de pessoas.

Esses tipos de desastres apresentam-se, no Brasil, evidenciados de modo mais marcante nos espaços urbanizados, justamente onde há aglomeração de pessoas (NUNES, 2015; ROBAINA, 2008) e os problemas de ordem socioambiental estão mais concretizados.

Isso se deve ao fato de que, durante o processo de ocupação e crescimento das cidades, não foi realizado um planejamento que considerasse adequadamente os aspectos físicos naturais e as características sociais, econômicas e culturais da população que se apropriava do espaço urbano, ou seja, não o provendo completamente da infraestrutura necessária e não se direcionando uma gestão eficiente para sua estruturação e ordenação.

Associado a isso, a ocupação das áreas urbanas tem sido realizada, em muitos casos, de modo irregular, em áreas declivosas e de planícies fluviais, que se caracterizam como áreas de risco durante os períodos chuvosos.

Outro problema é a intensa impermeabilização do solo urbano combinado à ineficiência do sistema de drenagem de água pluviais, o que favorece a ocorrência de enxurradas e alagamentos; esses são os desastres mais frequentes e comuns nas cidades, vinculados ao escoamento superficial das águas pluviais durante eventos de chuvas com pluviosidade elevada.

Chuvas volumosas e rápidas é um aspecto da precipitação que mais contribui na formação de enxurradas de grande intensidade, quando o escoamento ocorre em superfície “lisa”, impermeabilizada e com declividade; e seu acúmulo nas partes mais baixas do relevo forma superfícies alagadas e torna-se um local temporário de risco para o ser humano.

Nesse sentido, a minimização desses problemas de origem hidrometeorológica exige inicialmente o conhecimento das características da variabilidade e distribuição das chuvas, mormente as de grande intensidade que são as que mais influenciam tais problemas.

A visualização da distribuição e variabilidade das precipitações, geralmente, é realizada por meio da distribuição dos dias em que ocorreram chuva, plotando-se essa informação em gráfico, por um longo período de obtenção de dados.

Já quanto às precipitações intensas, caracterizadas por eventos extremos e raros, é importante estabelecer seu tempo de recorrência como forma de previsão futura. Neste caso, Silva *et al.* (2007) ressaltam a importância de testar várias funções de distribuição de probabilidade, para verificar a que melhor se ajuste na determinação do grau de chance de ocorrerem os valores de precipitação de interesse.

Assim como muitas cidades brasileiras, a área urbana de Paranavaí é acometida por enxurradas intensas e alagamentos, que produzem vários danos e prejuízos econômicos aos cidadãos atingidos, com registros desses problemas ao menos há 30 anos; essas referências podem ser verificadas em reportagens do jornal impresso *Diário do Noroeste*, vídeos na internet do jornal televisivo *Paraná TV/Região Noroeste* e registros da Defesa Civil.

Além disso, esta pesquisa está vinculada à instituição de ensino superior estadual com sede na referida cidade e vem trazer contribuições, no sentido de obter informações, que possam

ser consideradas para o entendimento da formação das enxurradas e alagamentos, como também produzir resultados que possam ser aplicados em projetos de planejamento urbano.

Assim, o objetivo deste trabalho foi analisar a precipitação diária e mensal em Paranavaí, por meio de estatística descritiva, e definir um modelo de distribuição de probabilidades, que seja mais adequado para calcular a probabilidade de ocorrência de valores extremos e para determinar a recorrência das precipitações de importância na formação de enxurradas intensas e de alagamentos na área urbana.

2. ÁREA DE ESTUDO

O município de Paranavaí está localizado na região Noroeste do estado do Paraná, região Sul do Brasil, com sede nas coordenadas geográficas 23° 4' 26" Sul de latitude e 52° 27' 55" Oeste de longitude (Figura 1).

No que se refere ao clima, a região Noroeste do Paraná é classificada por Köppen como Clima Subtropical Úmido Mesotérmico (Cfa). De acordo com o Instituto Agrônomo do Paraná (IDR-Paraná, 2020), esse tipo climático genericamente caracteriza temperatura média do mês mais quente superior a 22°C e, no mês mais frio, inferior a 18°C, sem estação seca definida, verão quente e geadas pouco frequentes.

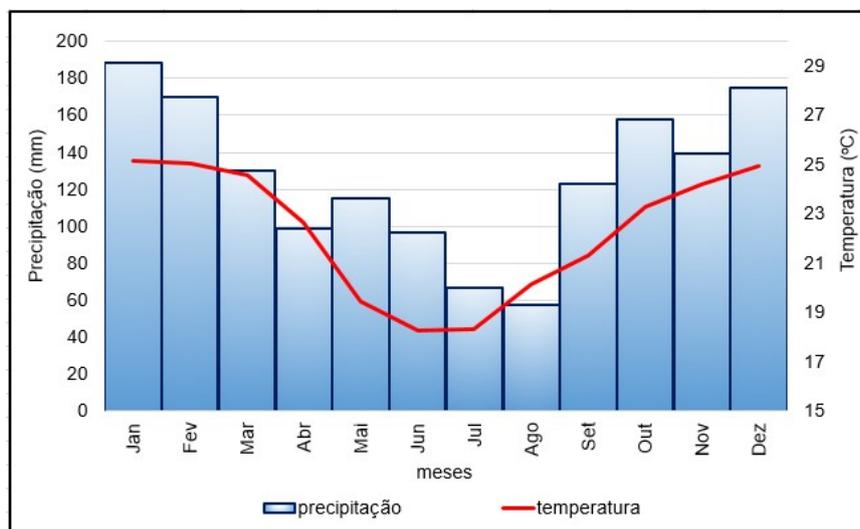


Figura 2 — Climograma do município de Paranavaí¹
Fonte: Organização das autoras com base em IDR-Paraná (2020)

O valor pluviométrico médio anual para o noroeste do estado do Paraná, obtido com a análise de uma série histórica de 45 anos, entre 1975 e 2020, é de 1527 mm, valor muito próximo de 1500 mm, apresentado pelo Instituto Agrônomo do Paraná (NITSCHÉ *et al.*, 2019). Segundo Goudard e Santos (2018), na escala de município ocorrem poucas variações, notando-se uma pequena diminuição no sentido Sudeste para Noroeste (Figura 3).

¹ Nota: Climograma elaborado com dados diários de pluviometria e temperatura, medidos na Estação Meteorológica do IAPAR, localizada no município de Paranavaí, séries históricas de 1975 a 2017.

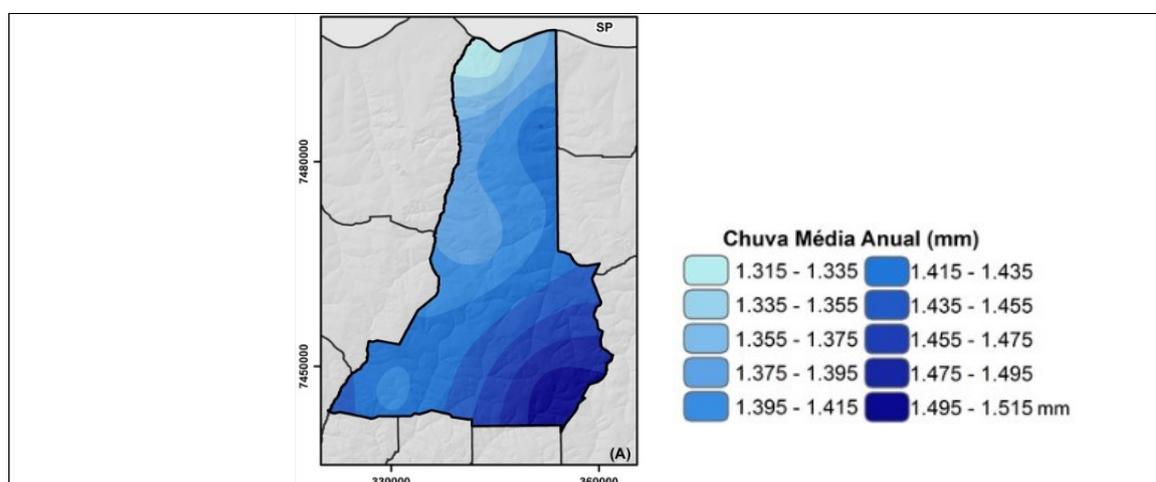


Figura 3 — Distribuição da precipitação média anual, no município de Paranavaí, entre os anos de 1976 a 2015

Fonte: Reorganização das autoras, com base em Goudart e Santos (2018)

O regime de precipitações é influenciado pela subtropicalidade e massas de ar associadas à zona extratropical; esse fato condiciona chuvas distribuídas o ano todo sem uma definição nítida sazonal para este elemento do clima, confirmando as informações apresentadas no climograma.

Nery, Roseghini e Martins (2001) realizaram um estudo das chuvas que ocorreram nesta região, entre 1972 a 1997, e caracterizaram os meses de dezembro, janeiro e fevereiro como úmidos e junho, julho e agosto como mais secos; nesses três últimos meses, há períodos mais prolongados sem ocorrência de chuva e, assim, quantitativamente o volume das precipitações são reduzidas.

Como o município de Paranavaí apresenta altitude média em torno de 400 m (altitude mínima 369 m e altitude máxima 541 m) e dista 630 km do litoral, as particularidades climáticas são influenciadas principalmente pela continentalidade e atuação de massas de ar, não sendo, portanto, a altitude um fator influenciador significativo na formação de temperaturas mais baixas, como ocorre nas regiões centro e sul do estado. Troppmair (2011) aponta que as massas de ar atuam como um fator de destaque na flutuação das temperaturas que ocorrem no noroeste do Paraná.

A área pesquisada está localizada em uma porção do território brasileiro de transição entre o clima subtropical para o tropical, marcado pelo Trópico de Capricórnio; essa localização,

segundo Nery, Roseghini e Martins (2001) é fator que condiciona certa complexidade na definição do tipo climático.

Assim, a dinâmica do tempo, no que se refere a precipitações e temperaturas, é condicionada pela atuação da massa de ar Polar Atlântica (mPa) originada no oceano Glacial Antártico, da massa de ar Tropical Continental (mTc) procedente da depressão do Chaco na Bolívia, da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) e da posição da região no Trópico de Capricórnio (NERY; ROSEGHINI; MARTINS, 2001; SOUSA, 2006).

A atuação da massa de ar Polar Atlântica (mPa), por ser fria e seca já em território brasileiro, é responsável pelas chuvas frontais durante o ano todo, mas principalmente durante o inverno, provocando também a queda das temperaturas. Segundo Nery, Roseghini e Martins (2001), durante os meses de inverno, ocorre maior variabilidade quantitativa espacial das precipitações no noroeste do estado associadas à dinâmica de sistemas frontais, que provocam redução das chuvas e intensificam o frio nessa região.

A massa de ar Tropical Continental (mTc) é quente e seca. Das que atuam no Brasil, é a mais estacionária no sentido de deslocamento no território, porém consegue atingir a região noroeste do Paraná, por ter sua entrada facilitada pelo vale do rio Paraná; desse modo, atua mais especificamente nessa região do estado e praticamente não ultrapassa o Trópico de Capricórnio.

Verificou-se a presença da mTc no noroeste do Paraná, por meio de cartas sinóticas, e percebeu-se sua atuação na formação de veranicos durante os meses de inverno (CRIPPA, 2015), reduzindo a quantidade de precipitações e aumentando a frequência de temperaturas mais altas.

A Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), por sua vez, também é responsável por ocorrência de chuvas no decorrer do ano, mas cabe inferir que, no verão, chuvas convectivas rápidas ocorrem principalmente ao final do dia. Troppmair (2011) salientou que, no período de transição entre as estações, principalmente no outono, as chuvas estão associadas a essa dinâmica convectiva.

3. METODOLOGIA

As informações referentes às ocorrências de enxurradas e de alagamentos foram obtidas no Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2ID, 2019), em reportagens audiovisuais

do jornal televisivo *Paraná TV/Região Noroeste* (2020), na internet e nas edições do jornal impresso *Diário do Noroeste* (2020), disponíveis na hemeroteca da Câmara Municipal de Paranavaí.

Nesta pesquisa, foi utilizado o termo “chuva” para designar o evento pluviométrico e o termo “precipitação” para se referir aos valores quantitativos. Foi considerada a série histórica de precipitações diárias com valores a partir de 1 mm. O período de abrangência compreendeu 31 anos, sendo de 1986 a 2017, sem falha de dados, obtidos na Estação Agrometeorológica do Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná-IAPAR-Emater (IDR-Paraná), código 2352017, estabelecida na coordenada 23° 05 'S e 52° 26' W, a uma altitude de 480 m, próxima à área urbana de Paranavaí.

Para a análise, foram considerados os valores acumulados de precipitação diária e mensal, obtidos pelo somatório dos dias com precipitação maior ou igual a 1 mm, sendo que para os meses de fevereiro foram computados 28,5 dias (presença de ano bissexto) e 30 dias para os demais meses do ano. Tais valores resultaram da média ponderada, P_{MP} , permitindo a comparação entre os modelos.

$$P_{MP} = \frac{P_M}{N_M} \cdot 30$$

em que P_{MP} precipitação acumulada mensal ponderada (mm); P_M precipitação acumulada mensal (mm) e N_M número de dias em cada mês.

Para averiguar quais modelos de probabilidade poderiam ser empregados no ajuste aos dados de precipitação diária e mensal, inicialmente foi realizada uma análise exploratória dos dados, empregando estatísticas descritivas e gráficos, para descrever o comportamento e a forma da distribuição dos dados de precipitação.

Nesse sentido, adotaram-se os modelos Exponencial, Gama, Weibull, Log-normal e Gumbel pois, de acordo com Hundecha, Pahlow e Schumann (2009), os dados de precipitação comumente apresentam assimetria e, por isso, é adequado assumir modelos de probabilidade que utilizem, em seus cálculos, parâmetros estimados para séries numéricas assimétricas.

A estimação dos parâmetros de cada modelo foi realizada por meio do método de máxima verossimilhança e, para verificar a aderência dos modelos estudados aos dados de precipitação, foi usado o teste de aderência de Kolmogorov-Smirnov, com 5% de significância. Foram construídos os gráficos QQ-plot (quantis vs quantis) e PP-plot (percentil vs percentil) para analisar a aderência e a qualidade do ajuste.

Todos os cálculos aplicados às séries históricas de precipitação foram realizados em planilhas eletrônicas e no ambiente estatístico R, versão 4.0.4 (R Core Team, 2021), que é um *software* livre de análise estatística de dados.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Precipitações diárias

A Figura 4 mostra a série histórica de precipitação de chuva diária na cidade de Paranavaí, no período de 1986 a 2017, e a média da série histórica (linha horizontal vermelha). Durante essas três décadas, foram registrados 3.109 dias com precipitação igual ou superior a 1 mm.

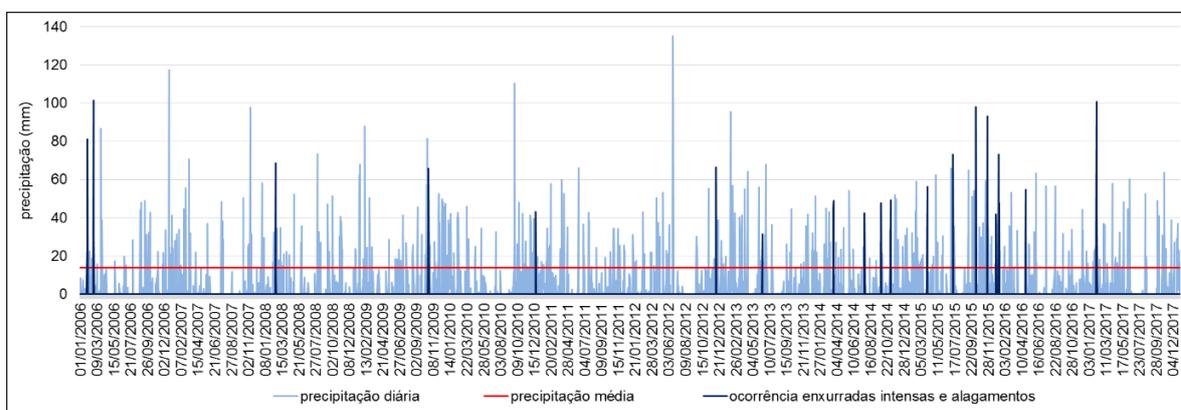


Figura 4 — Precipitação diária, média e dias em que ocorreram enxurradas intensas e alagamentos, entre os anos de 1986 a 2017

Fonte: Diário do Noroeste (2020), IDR-Paraná (2020), Paraná/TV Região Noroeste (2020) e S2ID (2019)

Em destaque (azul escuro), estão os dias em que foi registrada a ocorrência de enxurradas e alagamentos em algum local da área urbana de Paranavaí. Verifica-se que os dias em que foram

registrados esses tipos de desastres naturais coincidem com valores totais diários de chuva a iniciar de 31,30 mm, sendo a média de precipitação para a série histórica de 15,06 mm.

Além disso, estão em destaque os dias em que ocorreram enxurradas intensas e alagamentos em algum local da área urbana de Paranavaí. Verifica-se que os dias, em que foram registrados esses tipos de desastres naturais, coincidem com valores totais diários de chuva a partir de 31,30 mm, sendo a média de precipitação para a série histórica de 13,98 mm.

Durante esses anos, foram registrados 16 eventos que caracterizaram desastres, observando-se que apresentaram uma frequência maior de ocorrência entre os meses de outubro a março, período que corresponde à estação considerada mais chuvosa. Outubro e fevereiro foram os meses com maior número de desastres, equivalendo a 4 e 5 vezes, respectivamente; enquanto maio e agosto foram os meses em que não se registrou nenhuma ocorrência (Figura 5).

Na Figura 6, observa-se alta variabilidade nos valores de precipitação diária, além de evidência na distribuição assimétrica das chuvas diárias, com alta concentração de valores de precipitação mais baixos e maior dispersão para valores mais altos. Isso sugere o uso de modelos de probabilidades assimétricos, como por exemplo, Exponencial, Gama, Weibull, Log-normal e Gumbel.

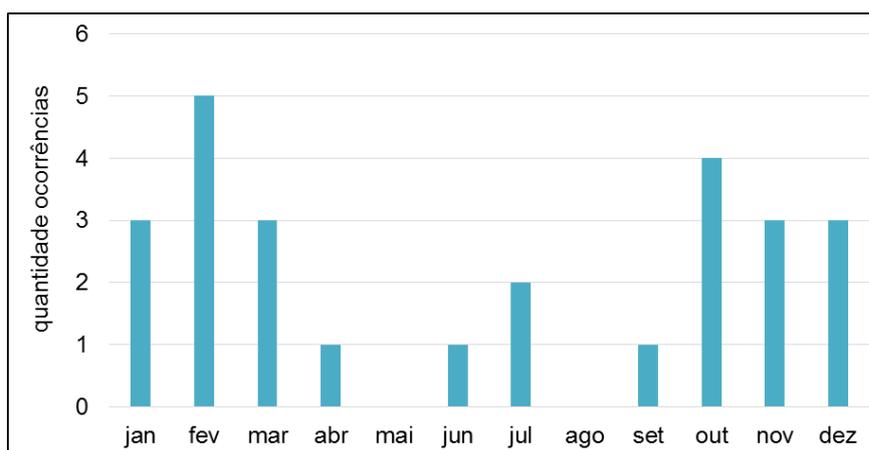


Figura 5 — Quantitativo mensal das ocorrências de enxurradas e alagamentos, entre 1986 a 2017
Fonte: Organização das autoras, com base em *Diário do Noroeste* (2020), *Paraná/TV Região Noroeste* (2020) e *S2ID* (2019)

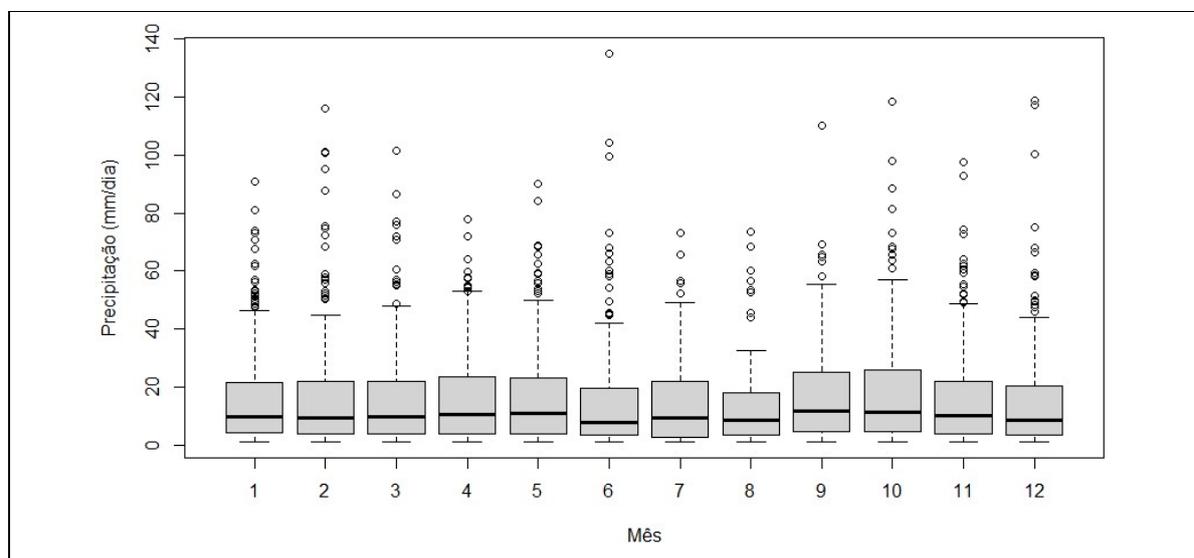


Figura 6 — Valores de precipitação diária, em escala mensal, na cidade de Paranavaí, com precipitação superior ou igual a 1 mm
Fonte: Organização das autoras, com base em IDR-Paraná (2020)

Adicionalmente, verifica-se que não somente precipitações com quantitativos elevados, mas também atípicos podem ocorrer durante todo o ano. Nota-se que *outliers* aparecem a partir dos 40 mm de precipitação, mostrando que próximo a esse valor já há chuvas intensas que podem promover os problemas de alagamentos, como foi verificado anteriormente (Figura 5) em que as precipitações com totais diários, a partir de 30 mm, associam-se com os dias dos desastres mencionados.

Além disso, eventos raros ocorreram acima de 80 mm representados pelos *outliers* mais espaçados verticalmente, ocorrendo com maior frequência nos meses de fevereiro, junho, outubro, novembro e dezembro; enquanto que, nos meses de abril, junho e julho, não houve valores maiores que 80 mm. Tais episódios de precipitação ocorridos em apenas um dia mostram quantitativos semelhantes ou próximos aos totais médios que acontecem durante o mês.

4.2 Precipitações mensais

Com relação à ocorrência das chuvas em escala mensal (Figura 7), a média de precipitação é acima dos 100 mm com exceção de junho, julho e agosto (aproximadamente 85 mm, em média), que são os meses de menor média de chuva. Os meses mais chuvosos

correspondem ao período de outubro a fevereiro, com precipitações máximas e semelhantes em janeiro e fevereiro (uma média de 180 mm).

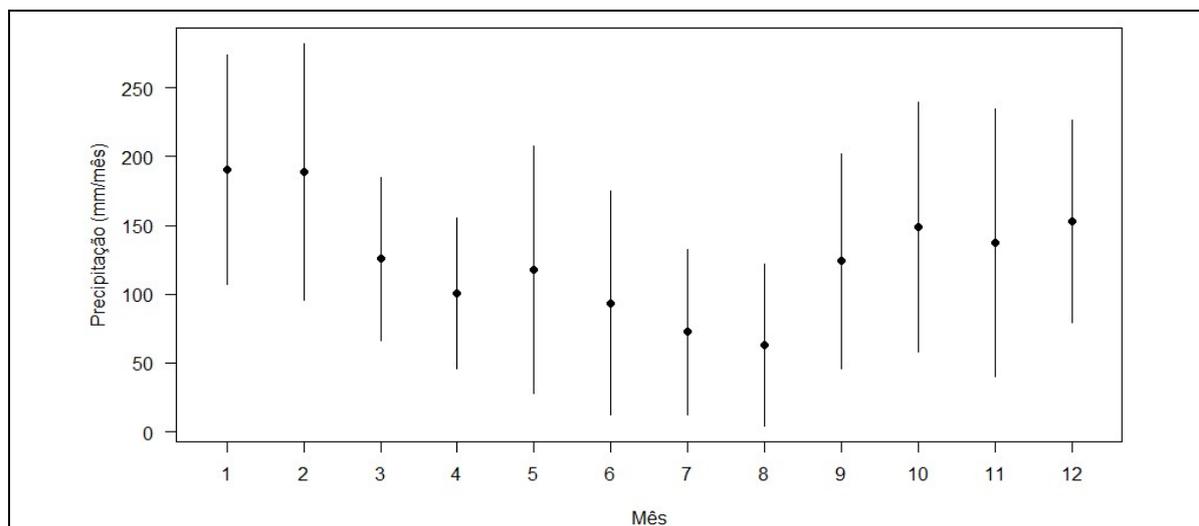


Figura 7 — Precipitação média mensal e respectivo desvio padrão
Fonte: Organização das autoras, com base em IDR-Paraná (2020)

Nota-se que os meses mais chuvosos também são os que apresentam maior desvio padrão, revelando maior variação dos quantitativos de precipitação em torno da média.

Isso pode estar relacionado ao fato de que durante os meses do verão, além das chuvas provocadas por sistemas atmosféricos frontais (mesmo que menos intensos do que durante o inverno), ocorrem frequentemente as chuvas convectivas que provocam chuvas rápidas e, por vezes intensas e para, Baldo (2006), os dois fenômenos acontecem concomitantemente. Calbete *et al.* (2016, p. 3) destacaram que a região Sul é atingida “principalmente nas estações de primavera e verão por vórtices ciclônicos e aglomerados convectivos. Estes sistemas são intensificados, quando associados a sistemas frontais”.

As precipitações com valores elevados e até mesmo extremos ou anormais são, junto com outros elementos do espaço urbano (impermeabilização do solo, deficiência do sistema de drenagem, forma e declividade da vertente), condicionantes de enxurradas intensas e de formação das áreas com alagamentos. Nesse sentido, a Figura 8 mostra a precipitação mensal, em que podem ser identificados os eventos de chuva extremos representados pelos *outliers*.

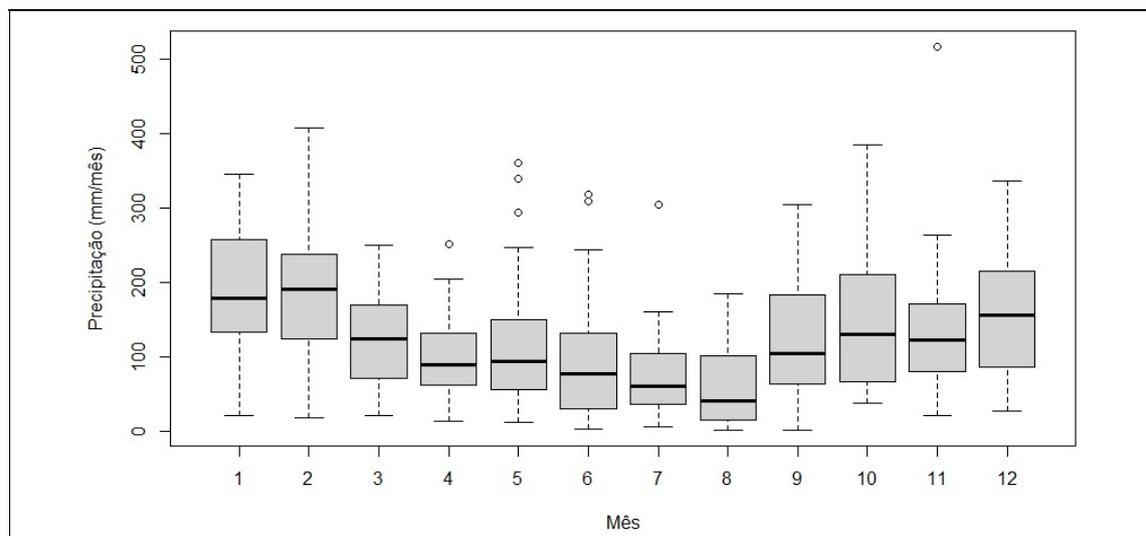


Figura 8 — Precipitação mensal, em escala anual, e valores *outliers*
Fonte: Organização das autoras, com base em IDR-Paraná (2020)

Por meio da Figura 8, evidencia-se a assimetria das chuvas mensais, sugerindo o uso de modelos de probabilidades assimétricos. Dessa forma, procedeu-se ao ajuste desses modelos aos dados de precipitação mensal, com intuito de compreender o comportamento de valores extremos.

Na Figura 9, são apresentados os gráficos de histograma juntamente com os ajustes dos modelos de probabilidades, as densidades empíricas acumuladas e os gráficos QQ-plot e PP-plot para o mês de janeiro; para os outros meses, os resultados foram similares, não sendo, portanto, necessário representá-los.

Pela análise do histograma (Figura 9), observa-se que os modelos Weibull e Gama são os que melhor se ajustam às variações nos extremos de precipitação. Montanher e Minaki (2020) também identificaram a distribuição Gama como a mais ajustada para as precipitações ocorridas em Maringá, distante a 100 km de Paranavaí.

Por outro lado, os modelos Exponencial, Log-normal e Gumbel não manifestaram um bom ajuste, ou seja, esses modelos não são os mais adequados para representar os dados de precipitação extrema. Por meio do PP-plot, observa-se que todos os modelos ajustados apresentam falta de ajuste no centro, sendo a distribuição Log-normal a que mostrou melhor ajuste nesse sentido.

Com relação ao ajuste nas caudas (QQ-plot), os modelos Weibull, Gama e Exponencial foram os que exibiram melhor resultado.

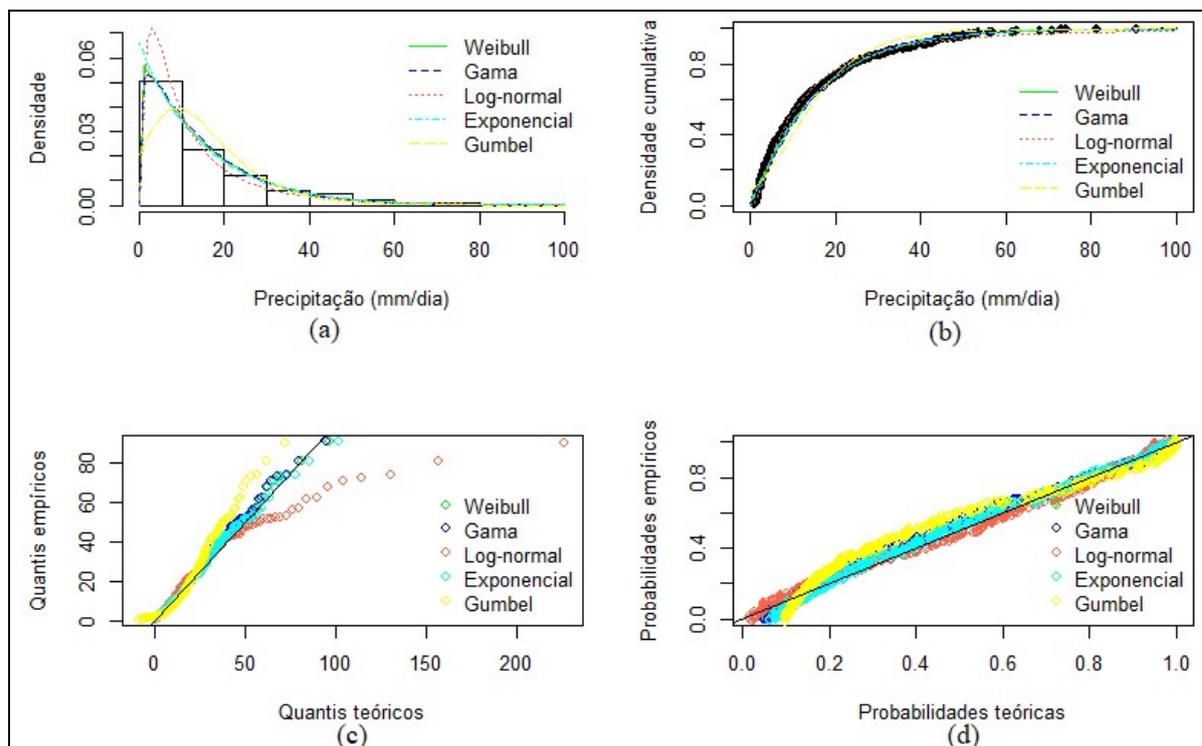


Figura 9 — Ajustes das distribuições teóricas para precipitação de Paranavaí, PR: (a) histograma e modelos de probabilidades, (b) densidades acumuladas, (c) QQ-plot e (d) PP-plot Fonte: Organização das autoras, com base em IDR-Paraná (2020)

Os modelos Weibull e Gama mostraram os melhores ajustes para valores mais elevados de precipitação de aproximadamente até 70 mm. As distribuições Gumbel e Log-normal apresentaram os maiores afastamentos em relação à reta para precipitações acima de 30 mm; não sendo, portanto, distribuições apropriadas para serem consideradas na determinação de probabilidades para valores de chuvas intensas para a referida série histórica.

A curva de distribuição de probabilidades de Gumbel foi a que mais chamou atenção, pois, em geral, esse modelo ajusta-se bem para valores extremos (DAMÉ *et al.*, 1996; ELTZ; REICHERT; CASSOL, 1992), o que não foi verificado para esta série histórica.

A estimação dos parâmetros de cada modelo foi realizada por meio do método de máxima verossimilhança e as estimativas dos parâmetros, juntamente com o respectivo erro padrão, encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1 — Estimativa dos parâmetros para os modelos referentes ao mês de janeiro

Modelo de probabilidade	Estimativa	Erro Padrão
Weibull	$\alpha = 15,46$	0,77
	$\beta = 1,04$	0,03
Gama	$\alpha = 0,07$	0,005
	$\beta = 1,13$	0,06
Log-normal	$\mu = 2,21$	0,05
	$\sigma = 1,05$	0,03
Gumbel	$\alpha = 8,93$	0,47
	$\beta = 9,32$	0,93
Exponencial	$\lambda = 0,06$	0,003

Fonte: Organização das autoras

Para verificar a aderência dos modelos estudados aos dados de precipitação, foi usado o teste de aderência de Kolmogorov-Smirnov, com 5% de significância. Existem indícios estatísticos de que os todos modelos em estudo neste trabalho ajustam-se aos dados de precipitação da cidade de Paranavaí, visto o p-valor das distribuições (Tabela 2), ao nível de 5%. Com relação ao valor D, segundo Santos *et al.* (2018), “menores valores da estatística D fornecem maiores valores de p-valor, isto é, maior aderência dos dados à distribuição de probabilidade em análise”. Assim, o modelo Gama seguido do modelo Weibull são os modelos que apresentam melhor ajuste aos dados em análise.

Tabela 2 — Teste de aderência de Kolmogorov-Smirnov para o mês de janeiro

Modelo de probabilidade	D	p-valor
Weibull	0,0648	0,2169
Gama	0,0579	0,3383
Log-normal	0,0706	0,1435
Gumbel	0,0978	0,1822
Exponencial	0,065	0,2131

Fonte: Organização das autoras

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As análises gráficas, por meio do QQ-plot e do teste de Kolmogorov-Smirnov, indicam que os modelos Gama e Weibull, nessa ordem, são os mais apropriados para modelar os eventos extremos de precipitação para a cidade de Paranavaí e, portanto, adequados para inferir a probabilidade de ocorrência das precipitações relacionadas aos eventos de enxurradas intensas e alagamentos.

Dessa forma, os dados secundários de precipitação que foram obtidos, selecionados, analisados e testados poderão ser utilizados em pesquisas acadêmicas, projetos de planejamento urbano e outras finalidades que atendam as demandas da sociedade.

Agradecimentos

À Universidade Estadual do Paraná (UNESPAR/Campus Paranavaí), por conceder afastamento integral para realização da pesquisa em nível de doutorado em Geografia, e ao Grupo de Estudos Multidisciplinares do Meio Ambiente (GEMA) da Universidade Estadual de Maringá (UEM), pelo espaço físico e equipamentos.

REFERÊNCIAS

- BALDO, M. C. **Variabilidade pluviométrica e a dinâmica atmosférica na bacia hidrográfica do rio Ivaí – PR**. 2006. 172f. Tese (Doutorado em Geografia) — Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2006. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/101431>. Acesso em: 6 jan. 2021.
- CALBETE, N. O.; CALBETE, S. R.; ROZANT, J. R.; LEMOS, C. F. Precipitações intensas ocorridas no período de 1986 a 1996 no Brasil. **Climanálise** — boletim de monitoramento e análise climática. Edição comemorativa de 10 anos. 2016. Disponível em: <http://mtc-m16b.sid.inpe.br/rep/sid.inpe.br/iris@1915/2005/05.31.18.06?mirror=cptec.inpe.br/walmeida/2003/04.25.17.13&metadatarpository=sid.inpe.br/iris@1915/2005/05.31.18.06.12>. Disponível em: Acesso em: 6 jan. 2021.

CEPED/UFSC. Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres/Universidade Federal de Santa Catarina. **Atlas Brasileiro de Desastres Naturais: 1991 a 2012**. 2. ed. rev. ampl.: il. color. Volume Brasil. Florianópolis: CEPED UFSC, 2013. Disponível em: <https://s2id.mi.gov.br/paginas/atlas/>. Acesso em: 6 jan. 2021.

CRIPPA, C. **Identificação de sistemas atmosféricos atuantes na determinação dos veranicos na região Noroeste do Paraná**. 2015. 42 f. Monografia. (Curso de Especialização Interdisciplinar em Ciências Sociais e Humanidades) — Universidade Estadual do Paraná, Paranavaí, 2015.

DAMÉ, R. de C. F.; TEIXEIRA, C. F. A.; MOREIRA, N. M.; SOUTO, M. V. Análise de frequência dos dados de precipitação pluvial de algumas estações agroclimatológicas da região Sul do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 26, n. 3, p. 351-355, 1996. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0103-84781996000300001>. Acesso em: 6 jan. 2021.

DIÁRIO DO NOROESTE. **Hemeroteca do Jornal Diário do Noroeste** — acervo de 1971 a 2020. Paranavaí. Acervo impresso da Câmara Municipal de Paranavaí. Consulta em 2020.

ELTZ, F. L. F.; REICHERT, J. M.; CASSOL, E. A. Período de retorno de chuvas em Santa Maria, RS. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 16, n.2, p. 265-269, jan. 1992. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/284458840_Periodo_de_retorno_de_chuvas_em_Santa_Maria_RS. Acesso em: 6 jan. 2021.

GOUDARD, G.; SANTOS, L. Erosões e erosividade das chuvas no município de Paranavaí - Noroeste do Paraná. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA (SINAGEO), 12, 2018. *Anais [...]*. Crato: Universidade Regional do Cariri (URCA), 2018. p. 1-10. Disponível em: <https://www.sinageo.org.br/2018/trabalhos/10/10-239-1824.html>. Acesso em: 13 out. 2021.

HUNDECHA, Y.; PAHLOW, M.; SCHUMANN, A. H. Modeling of daily precipitation at multiple locations using a mixture of distributions to characterize the extremes, **Water Resources Research**, [Washington, D.C.], v. 45, W12412, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1029/2008WR007453>. Acesso em: 7 jan. 2021.

IDR-Paraná. **Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná-IAPAR-Emater**. Dados meteorológicos históricos e atuais. Redes de estações meteorológicas do estado do Paraná. Estação código 2352017. **Série histórica de precipitação diária de 1975 a 2017**. Paranavaí, 2020. (Dados recebidos via protocolo pelo e-mail sam@idr.pr.gov.br). Disponível em: <http://www.idrparana.pr.gov.br/Pagina/Dados-Meteorologicos-Historicos-e-Atuais>. Acesso em: 15 mar. 2020.

MONTANHER, O. C.; MINAKI, C. Precipitação em Maringá-PR: estatísticas descritivas, tendência de longo prazo e probabilidade de eventos extremos diários. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, n. 39, 2020, p. 138-153. Disponível em: <https://doi.org/10.11606/rdg.v39i0.164209>. Acesso em: 6 jan. 2021.

NERY, J. T.; ROSEGHINI, W. F. F.; MARTINS, M. de D. L. O. F. Caracterização da precipitação na região noroeste do estado do Paraná. **Boletim de Geografia**, v. 19, n. 1, p. 99-114, 2001. Disponível em: <https://doi.org/10.4025/bolgeogr.v19i1.12055>. Acesso em: 6 jan. 2021.

NITSCHKE, P. R.; CARAMORI, P. H.; RICCE, W. da S.; PINTO, L. F. D. **Atlas Climático do Estado do Paraná**. Londrina, PR: IAPAR, 2019. Disponível em: <http://www.idrparana.pr.gov.br/Pagina/Atlas-Climatico>. Acesso em: 6 jan. 2021.

NUNES, L. H. **Urbanização e desastres naturais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2015.

OSCAR JÚNIOR, A. C. S. Extremos atmosféricos e desastres hidrometeorológicos em Duque de Caxias (RJ). **Revista Brasileira de Climatologia**, Curitiba, ano 11, v. 17, jul/dez 2015, p. 189-205. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5380/abclima.v17i0.40658>. Acesso em: 6 jan. 2021.

PARANÁ/TV Região Noroeste. **Reportagens jornalísticas**. [S. l.]: Globo Comunicação e Participações S. A., 2000-2022. Disponível em: <https://globoplay.globo.com/meio-dia-parana-noroeste/t/PxYq8sW6rV/>. Acesso em: 2018 a 2022.

R Core Team. R: A language and environment for statistical computing. **The R Project for Statistical Computing**, Viena, [s. n.], 2021. Disponível em: <https://www.R-project.org/>. Acesso em: 17 maio 2021.

ROBAINA, L. E. de S. Espaço urbano: relação com os acidentes e desastres naturais no Brasil. **Ciência e Natura**, Santa Maria, v. 30, n. 2, p. 93-105, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.5902/2179460X9841>. Acesso em: 7 jan. 2021.

SANTOS, R. S. dos; VIEIRA, P. D.; EVANGELISTA, D. H. R.; OLIVEIRA, L. J. C.; NONOATO, D. Caracterização de extremos mensais de precipitação em Cacoal (RO). **Revista Brasileira de Climatologia**, Curitiba, ano 14, v. 22, p. 267-280, jan./jun. 2018.

S2ID. Sistema Integrado de Informações sobre Desastres. **Banco de dados sobre desastres do município de Paranavaí - PR**. Disponível em: <https://s2id.mi.gov.br/paginas/index.xhtml>. Acesso em: 18 de novembro de 2019.

SILVA, J. C.; HELDWEIN, A. B.; MARTINS, F. B.; TRENTIN, G.; GRIMM, E. L. Análise de distribuição de chuva para Santa Maria, RS. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, São Paulo, v. 11, n. 1, p. 67-72, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1415-43662007000100009>. Acesso em: 7 jan. 2021.

SOUSA, P. **Estudo da variabilidade da precipitação no Estado do Paraná associado à anomalia da TSM no Oceano Pacífico**. 2006. 84 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) — Universidade Estadual de Maringá, Maringá-PR, 2006. Disponível em:

http://www.pge.uem.br/documentos-para-publicacao/dissertacoes-1/dissertacoes-2006-pdfs/Psousa_Dissertacao.pdf. Acesso em: 6 jan. 2021.

TROPPMAIR, H. Perfil fitoecológico do estado do Paraná. **Boletim de Geografia/UEM**, Maringá, v. 8, n. 1, p. 67, set. 1990[2011]. Disponível em: <https://doi.org/10.4025/bolgeogr.v8i1.12895>. Acesso em: 7 jan. 2021.

Enviado em 21/06/2022

Aceito em 19/12/2022