



## ANÁLISE DE DISTRIBUIÇÕES ESTATÍSTICAS PARA DETERMINAÇÃO DE PRECIPITAÇÕES MÁXIMAS NO MUNICÍPIO DE CAXAMBU - MG

Gisele Aparecida da Silva Santos<sup>1</sup>

Benedito Cláudio da Silva<sup>2</sup>

Gian da Silva Santos<sup>3</sup>

### Recursos Hídricos e Qualidade da Água

#### *Resumo*

A determinação de precipitações máximas é fundamental para os setores de planejamento no campo da engenharia, das ciências agrícolas e infraestrutura urbana. Esses parâmetros de chuva orientam os projetos hidráulicos, o dimensionamento de estruturas para controle da erosão e conservação do solo, as ações para mitigação de riscos e desastres e o gerenciamento dos recursos hídricos. Diante da importância do tema exposto, este trabalho busca determinar as precipitações máximas associadas a diferentes tempos de retorno para o município de Caxambu-MG. Para isso, utilizou-se os dados de precipitação provenientes da estação pluviométrica do Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM), pertencentes à série histórica entre o período de 1941 a 1999. Os dados foram ajustados às distribuições de probabilidade Gumbel, Log-Normal e Log-Pearson Tipo III e validados pelos testes de aderência Qui-quadrado e Kolmogorov-Smirnov ao nível de significância de 5%. Posteriormente, as estimativas das distribuições foram ajustadas tendencialmente pelo método logarítmico. Os resultados evidenciam que todos os modelos de probabilidade são aceitavelmente ajustáveis aos dados de precipitação máxima anual. A distribuição Log-Normal apresentou as menores estimativas de precipitações máximas para tempos de retorno inferiores a 25 anos, comportando-se como uma distribuição mais conservadora, enquanto a distribuição Log-Pearson apresentou maiores índices para tempos de retorno superiores a 50 anos.

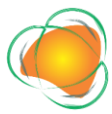
**Palavras-chave:** Chuvas intensas, Ajustes de probabilidade, Testes de aderência.

---

<sup>1</sup>Mestranda em Engenharia Hídrica – Universidade Federal de Itajubá, UNIFEI. giseleaparecida@unifei.edu.br

<sup>2</sup>Prof. Dr. Universidade Federal de Itajubá – Campus Itajubá-MG, Instituto de Recursos Naturais - IRN, silvabenedito@unifei.edu.br

<sup>3</sup>Graduando em Agronomia - Universidade Federal de Lavras – UFLA. gian.santos@estudante.ufla.br



## INTRODUÇÃO

O estudo das precipitações máximas e sua caracterização é um importante recurso que subsidia diferentes setores de planejamento. A nível de bacias, estes estudos subsidiam o planejamento dos recursos hídricos, fornecendo parâmetros sobre a disponibilidade hídrica, orientando a definição das parcelas outorgáveis e o controle sobre o uso equilibrado do recurso hídrico.

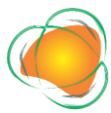
Sobre a ótica da agricultura, a caracterização pluvial auxilia o planejamento agrícola na determinação dos períodos mais indicados para a semeadura, cultivo, colheita, aplicação de defensivos agrícolas (ÁVILA et. al., 2009) e dimensionamento de estruturas para controle de erosão.

Já no campo da gestão urbana, essas estimativas auxiliam na elaboração de projetos de obras hidráulicas e no planejamento do espaço urbano quanto às infraestruturas do sistema de drenagem, além de orientar as ações de monitoramento de alerta de riscos de desastres (HARTMANN et. al., 2011). Neste campo, a determinação das precipitações máximas é essencial para embasar a elaboração de projetos aderentes à demanda mais provável do sistema, subsidiando assim a redução de custos e evitando a execução de obras superdimensionadas. Como consequência, esses parâmetros devem orientar as configurações das estruturas que busquem sua máxima eficiência e reduzam as consequências dos eventos extremos como alagamentos e enchentes frequentes.

Nos últimos anos o município de Caxambu-MG vem enfrentando recorrentes episódios de alagamentos que acabam impactando comércios e o acesso às vias urbanas centrais. É sobre a ocorrência desses tipos de eventos que Cotta, Corrêa e Albuquerque (2016) recomendam a análise de precipitações máximas para a realização de diagnósticos e previsão de situações adversas de forma a implementar ações que minimizem os efeitos negativos das precipitações mais intensas.

Existem diferentes funções de probabilidade que auxiliam na determinação das precipitações máximas, dentre as quais são adotadas de acordo com sua capacidade de estimar as frequências de ocorrência das precipitações segundo seus parâmetros característicos. Para refinar a escolha da distribuição mais adequada, as distribuições de

Realização



probabilidade devem ser validadas por meio de testes de aderência que permitem avaliar a proximidade das estimativas aos dados reais conferindo se as distribuições são capazes de estimar os dados com níveis menores de erros.

Em etapa prévia à determinação das distribuições, devem ser determinados os parâmetros característicos das funções de probabilidade, que podem ser estabelecidos por diferentes métodos, os quais também influenciam na correlação entre os dados teóricos e empíricos. Os autores Mendes et. al. (2021) apontaram que o método dos Momentos L (MML) induziram maior êxito na correlação dos dados da distribuição teórica aos dados empíricos quando comparados ao Método dos Momentos (MOM) para as distribuições de Gumbel, Gama, Pareto, Valor Extremo Generalizado, Fréchet três parâmetros, Weibull, Log-Normal, Pareto com 3 parâmetros e Weibull com 3 parâmetros. Esse mesmo estudo também apontou que o teste de Kolmogorov-Smirnov foi o teste menos rigoroso segundo o nível de significância adotado, resultando em menos rejeições quanto aos demais métodos de avaliação adotados: o método de correlação e qui-quadrado. Em contrapartida, o teste qui-quadrado rejeitou quatro das dez distribuições de probabilidades estudadas.

Os autores Jesus e Nascimento (2020) também fizeram o levantamento de precipitações máximas a diferentes tempos de retorno para o estado da Bahia, porém aplicando apenas o método de distribuição de probabilidades de Gumbel. O êxito da distribuição foi ratificado pelo teste de aderência de Kolmogorov-Smirnov e atestado pelos autores como a distribuição mais adequada para estimar as probabilidades das precipitações máximas em diversas durações.

Diante dessa temática, este trabalho tem por objetivo a determinação das precipitações máximas anuais para diferentes tempos de retorno segundo as distribuições de Gumbel, Log-Normal e Log Pearson Tipo III. Como proposta pretende-se avaliar a aderência dos dados empíricos às distribuições e a recorrência dos eventos extremos para o município de Caxambu-MG.

Realização

# METODOLOGIA

## ÁREA DE ESTUDO

O município de Caxambu está situado na mesorregião geográfica Sul/Sudoeste de Minas Gerais e faz parte da microrregião do município de São Lourenço. Encontra-se sob as coordenadas 21°58'20'' de latitude Sul e longitude 44° 56' 20'' a Oeste e situa-se à altitude média de 904 metros. Com uma extensão territorial de 100,50 km<sup>2</sup>, Caxambu faz divisa a nordeste com o município de Baependi, a noroeste com Conceição do Rio Verde, a oeste com Soledade de Minas e ao sul com o município de Pouso Alto (CAXAMBU, 2015), conforme apresentado na Figura 1.

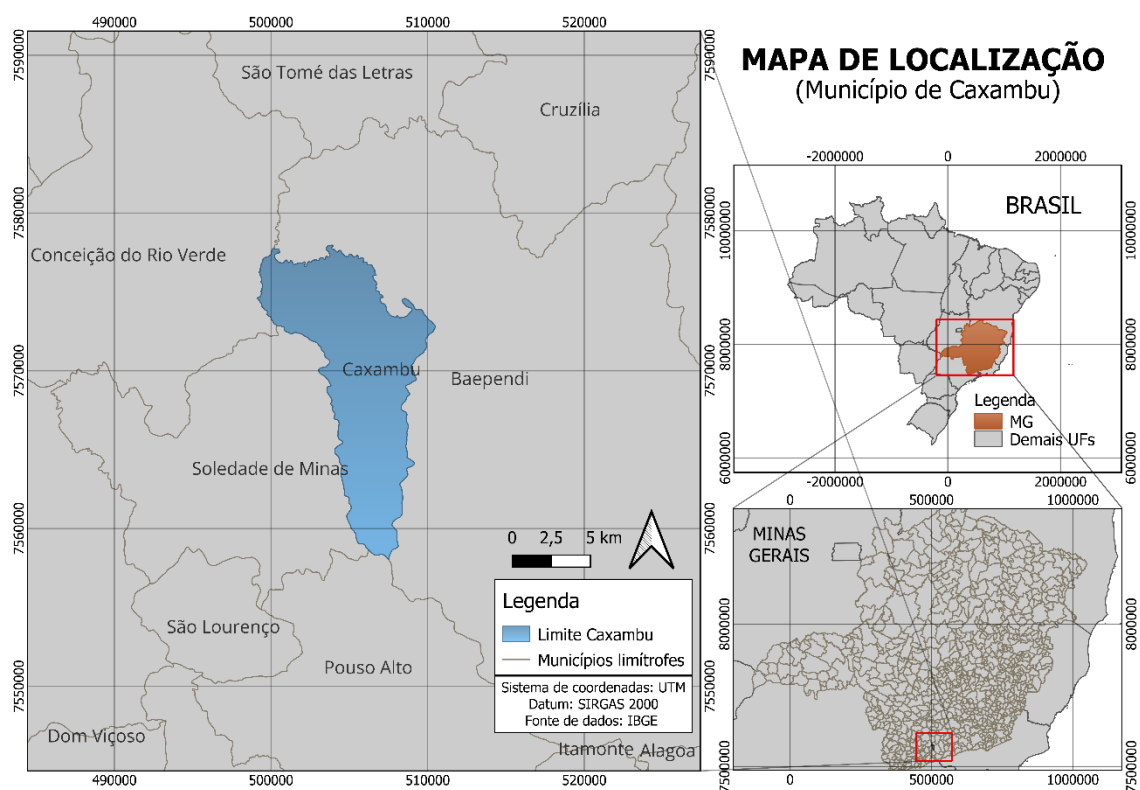
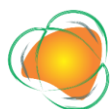


Figura 1. Localização da área de estudo

Fonte: Autoria própria (2023)

O clima do município é subtropical moderado úmido que pela classificação de Köppen (1948) é denominado por tropical de altitude ou Cwb (CAXAMBU, 2015). Os meses mais quentes apresentam temperatura média de 22° C enquanto os meses mais frios

Realização



apresentam temperatura média de 15° C. O período mais chuvoso na região do município acontece entre os meses de novembro a março com verão chuvoso e inverno seco característicos do tipo climático Cwb (CAXAMBU,2020), sendo a precipitação média anual do município igual a 1.470 mm (CAXAMBU, 2015).

## ESTRATÉGIA DE PESQUISA DE DADOS

Os dados das precipitações máximas diárias do município foram obtidos por meio da série de dados do posto pluviométrico do sistema Hidroweb pertencente à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). Foram identificados dois postos pluviométricos (Tabela 1). Um dos postos está sob a responsabilidade do INMET (Cód. 2144036), porém apresenta apenas dados brutos com uma série histórica de 22 anos. O posto sob a responsabilidade do IGAM-MG (Cód. 2144003) tem duas séries históricas: uma série com 81 anos de registro de dados brutos e uma série histórica com 58 anos de dados consistidos. Devido a maior quantidade de dados registrados, para este estudo inicialmente foi adotada a série histórica de dados brutos do posto pluviométrico 2144003.

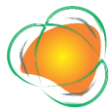
Porém, ao analisar os dados da série histórica, notou-se que os valores totais mensais médios não permitiam determinar um ano hidrológico bem definido, pois pode-se observar oscilações entre os registros das médias totais mensais. Além disso, foi identificado um alto índice de falhas, dentre as quais, a maioria pertencia aos meses dos períodos mais chuvosos da região. Embora realizada a tentativa de exclusão dos anos hidrológicos deficientes de dados, as falhas invalidaram um total de 22 anos de registros da série de dados. Portanto, foi adotado a série de dados do mesmo posto (2144003), porém com os dados consistidos.

Tabela 1. Postos pluviométricos pertencentes ao município de Caxambu - MG

Código posto	Coordenada		Responsável	Período de dados	Tipo de dados
	Latitude	Longitude			
2144003	-21.9897	-44.9386	IGAM - MG	jan/1941 - set/2022	Brutos
				jan/1941 - dez/1999	Consistidos
2144036	-21.9833	-44.9500	INMET	ago/1976 -dez/1998	Brutos

Fonte: ANA (2023)

### Realização



## ANÁLISES ESTATÍSTICAS

A abordagem convencional para determinar as estimativas dos quantis é a análise local de frequência de variáveis hidrológicas que consiste em ajustar uma função de distribuição de probabilidades a uma amostra hidrológica de observações (DE LIMA; NAGHETTINI, 2001). Para esse ajuste, os registros de precipitações foram organizados em ordem sequencial do maior ao menor índice pluviométrico segundo distribuição de Weibull e ajustados por meio das distribuições de probabilidade Gumbel (Extremo Tipo I), Log Pearson Tipo III e Log normal.

A distribuição de Gumbel, também conhecida por distribuição Extremo Tipo I, tem vasta aplicação para retratar acontecimentos máximos identificados como por exemplo, na distribuição dos caudais ou a distribuição das precipitações máximas anuais (GUIMARÃES, 2011). Essa distribuição é mais usada na análise de frequência de variáveis hidrológicas, com aplicações na determinação de relações intensidade-duração-frequência de precipitações intensas e estudos de vazões de enchentes (NAGHETTINI; PINTO, 2007). De acordo com Naghettini e Pinto (2007), a função de quantis de Gumbel é expressa pela equação:

$$x(T) = \beta - \alpha \ln \left[ -\ln \left( 1 - \frac{1}{T} \right) \right] \quad (\text{Eq. 1})$$

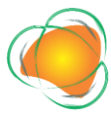
Em que  $x(T)$ : precipitação [mm];  $\alpha$ : parâmetro de escala dado por  $\frac{\sigma_x}{1,283}$  ( $\sigma_x$  = desvio padrão amostral);  $\beta$ : parâmetro de posição dado por  $\bar{X} - 0,45$ ;  $\bar{X}$  ( $\bar{X}$  = média amostral;  $\sigma_x$  = desvio padrão amostral);  $T$ : tempo de retorno [anos]

A distribuição Log-normal é uma generalização da distribuição normal que possui boa aderência a variáveis hidrológicas (GUIMARÃES, 2011). A função de quantis da distribuição Log-normal é dada por:

$$x(T) = \exp \left( \bar{X}_{\ln x} + k_T * \sigma_{\ln x} \right) \quad (\text{Eq. 2})$$

Em que  $x(T)$ : precipitação [mm];  $\bar{X}_{\ln x}$ : média dos logaritmos neperianos da amostra [mm];  $x$ : precipitação [mm];  $\sigma_{\ln x}$ : desvio padrão amostral dos logaritmos neperianos da amostra [mm];  $k_T$ : fator de frequência, igual à variável normal central reduzida  $Z$  da distribuição normal dada por:

### Realização



$$Z \approx - \left( W - \frac{C_0 + C_1 W + C_2 W^2}{1 + d_1 W + d_2 W^2 + d_3 W^3} \right), \text{ com } W = \sqrt{\ln \left( \frac{1}{P(X \leq x)} \right)} \rightarrow \text{Se } 0 \leq P(X \leq x) \leq 0,5$$

$$Z \approx \left( W - \frac{C_0 + C_1 W + C_2 W^2}{1 + d_1 W + d_2 W^2 + d_3 W^3} \right), \text{ com } W = \sqrt{\ln \left( \frac{1}{(1 - P(X \leq x))^2} \right)} \rightarrow \text{Se } 0 \leq P(X \leq x) \leq 0,5 \quad (\text{Eq.3})$$

E os parâmetros  $C_0 = 2,515517$ ;  $C_1 = 0,802853$ ;  $C_2 = 0,010328$ ;  $d_1 = 1,432788$ ;  $d_2 = 0,189269$  e  $d_3 = 0,001308$ .

A distribuição Log-Pearson Tipo III é comumente empregada na descrição das frequências dos caudais de cheia (GUIMARÃES, 2011). Segundo King (1977) *apud* Naghettini e Pinto (2007), a função de quantis para a distribuição Log-Pearson Tipo III é dada por:

$$x(T) = \bar{X}_{\ln x} + K_T \cdot \sigma_{\log x} \quad (\text{Eq. 4})$$

Em que:  $x(T)$ : é a estimativa do quantil associado ao tempo de retorno T [mm];  $\bar{X}_{\ln x}$ : média dos logaritmos neperianos da amostra [mm];  $\sigma_{\log x}$ : desvio padrão dos logaritmos da amostra [mm];  $K_T$ : fator de frequência, o qual pode ser estimado pela expressão:

$$K_T \approx Z + (Z^2 - 1) \frac{\gamma}{6} + \frac{1}{3} (Z^3 - 6Z) \left( \frac{\gamma}{6} \right)^2 - (Z^2 - 1) \left( \frac{\gamma}{6} \right)^3 + Z \left( \frac{\gamma}{6} \right)^4 + \frac{1}{3} \left( \frac{\gamma}{6} \right)^5 \quad (\text{Eq. 5})$$

Com Z expresso pela normal central reduzida Z da distribuição normal (Equação 3) e o coeficiente de assimetria inferior a 2 ( $\gamma < 2$ ) dado por:

$$\gamma = \frac{n \sum_1^n (\ln x - \bar{y})^3}{(n-2) [\sum_1^n (\ln x - \bar{y})^2]^{3/2}} \quad (\text{Eq.6})$$

Em que n é o tamanho da amostra e  $\bar{y}$  é a média do logaritmo neperiano de x.

Para a validação da aplicação das distribuições de probabilidades é recomendado a realização de testes de aderência que busca analisar a capacidade da distribuição em estimar os dados de modo que os dados empíricos sejam ajustáveis à distribuição em análise.

Os testes de aderência realizados neste trabalho foram executados com auxílio do software ALEA (Análise de Frequência Local de Eventos Anuais), uma ferramenta desenvolvida em linguagem Visual Basic e em ambiente Windows pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Para a avaliação da aderência dos dados das

Realização



distribuições o software emprega os métodos de Kolmogorov-Smirnov (K-S) e o teste Qui-quadrado (Q-Q).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O processo de identificação dos dados falhos resultou na exclusão de 9 anos hidrológicos da série histórica, obtendo-se assim uma série de dados com 49 registros, conforme apresentado na Tabela 2.

Tabela 2. Precipitação máxima para cada ano hidrológico

Ano hidrológico	P máx ano hidrológico [mm]	Ano hidrológico	P máx ano hidrológico [mm]	Ano hidrológico	P máx ano hidrológico [mm]
1941 - 1942	56,00	1965 - 1966	71,20	1982 - 1983	88,80
1942 - 1943	163,20	1966 - 1967	75,60	1983 - 1984	77,20
1943 - 1944	87,00	1967 - 1968	47,20	1984 - 1985	65,10
1945 - 1946	85,00	1968 - 1969	142,80	1985 - 1986	75,10
1946 - 1947	72,20	1969 - 1970	73,60	1986 - 1987	75,20
1947 - 1948	112,40	1970 - 1971	76,40	1987 - 1988	89,20
1951 - 1952	96,80	1971 - 1972	73,00	1988 - 1989	72,20
1952 - 1953	46,20	1972 - 1973	65,00	1990 - 1991	89,40
1953 - 1954	88,00	1973 - 1974	63,00	1991 - 1992	52,30
1957 - 1958	57,60	1974 - 1975	36,30	1992 - 1993	54,00
1958 - 1959	68,40	1975 - 1976	41,00	1993 - 1994	56,00
1959 - 1960	64,40	1976 - 1977	80,20	1995 - 1996	120,40
1960 - 1961	74,40	1977 - 1978	70,30	1996 - 1997	151,00
1961 - 1962	94,20	1978 - 1979	56,30	1997 - 1998	72,00
1962 - 1963	54,60	1979 - 1980	70,10	1998 - 1999	78,00
1963 - 1964	100,40	1980 - 1981	77,50	-	-
1964 - 1965	70,20	1981 - 1982	86,10	-	-

Fonte: Adaptado de ANA (2023)

O ajuste dos dados às distribuições de probabilidades Gumbel (Extremo Tipo I), Log Pearson Tipo III e Log normal é sistematizado graficamente na Figura 2.



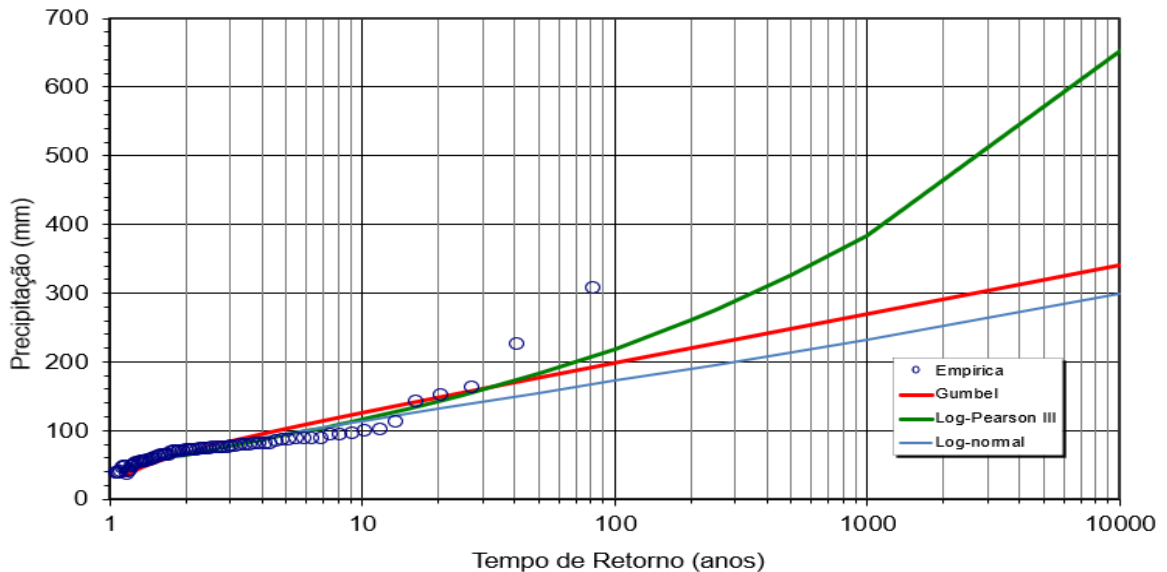
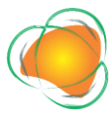


Figura 2. Ajuste de distribuições

Fonte: Autoria própria (2023)

A partir dos dados estimados pelas distribuições de probabilidades foi possível identificar as precipitações máximas determinadas para os tempos de retorno mais usuais (2, 5, 10, 15, 25, 50, 100 e 200 anos), apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Precipitações máximas (mm) para o município de Caxambu-MG

Distribuição	TR (anos)							
	2	5	10	15	25	50	100	200
Gumbel	68,61	103,56	126,70	139,76	155,94	177,63	199,15	220,60
Log-normal	68,79	95,88	114,05	124,36	137,23	154,66	172,22	190,03
Log-Pearson III	65,11	93,24	116,44	131,31	151,73	182,93	218,87	260,39

Fonte: Autoria própria (2023)

Da análise das precipitações máximas determinadas para os respectivos tempos de retorno, nota-se que a distribuição de Gumbel foi capaz de estimar os maiores valores em 50% das estimativas comparadas às demais distribuições, enquanto a distribuição Log-Normal apresentou os menores índices para 75% das estimativas de precipitações máximas (para  $TR \leq 25$  anos), comportando-se como uma distribuição mais conservadora. Já a distribuição de Pearson apresentou os maiores índices de precipitação para  $TR \geq 50$  anos.

Dentre os diversos modelos probabilísticos, não há consenso entre os especialistas e hidrólogos sobre qual a função de probabilidade é a mais adequada para a análise de frequência de variáveis hidrológicas (DE LIMA; NAGHETTINI,2001). Na prática, essa

Realização



escolha é dada em função da aderência do modelo proposto a observações hidrológicas anuais submetidas a testes de independência, homogeneidade e existência de pontos destoantes como *outliers* (DE LIMA; NAGHETTINI,2001).

Empregando o software ALEA para a realização do teste de aderência, obteve-se os seguintes resultados para as análises, apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 - Resultados dos testes de aderência

Distribuição	Kolmogorov-Smirnov (K-S)			$\chi^2$ (Q-Q).	
	Método	p-valor	Resultado do teste	p-valor	Resultado do teste
Log-Normal	MOM	0,5313	Aceita	0,9689	Aceita
	MMV	0,5871	Aceita	0,9824	Aceita
	MML	0,5694	Aceita	0,9788	Aceita
Log-Pearson III	MOM	0,4674	Aceita	0,9728	Aceita
	MMV	0,5601	Aceita	0,9789	Aceita
	MML	0,5323	Aceita	1,0000	Aceita
Gumbel	MOM	0,5526	Aceita	0,9573	Aceita
	MMV	0,6356	Aceita	0,9670	Aceita
	MML	0,6321	Aceita	0,9626	Aceita

Fonte: ALEA (2023)

Ao nível de significância  $\alpha = 5\%$ , considerando que os p-valores encontrados são superiores a 0,05, há evidências para aceitar as hipóteses de que os dados foram extraídos das populações Log-Normal, Log Pearson Tipo III e Gumbel. A distribuição que possui o primeiro *ranking* de ajuste e, portanto, maior aderência, é aquela que registra o maior índice do p-valor (SABINO et. al., 2021). Dentre as distribuições analisadas, a distribuição de Gumbel possui melhor ajuste pelo teste K-S, enquanto a distribuição Log-Pearson tem melhor ajuste pelo teste Q-Q.

Quando se compara os resultados obtidos entre os métodos de estimativa de parâmetros das distribuições, nota-se que o método dos momentos L obteve maior êxito para aceitação da hipótese do teste em relação ao método dos momentos. Isso é constatado pelo resultado dos p-valores obtidos pelas distribuições por meio do MML serem sempre superiores aos p-valores do MOM. Esse resultado vai de encontro ao estudo de Mendes et. al. (2021) que obteve a mesma conclusão para testes realizados com as distribuições Gumbel e Log-Normal. Em contrapartida, o método da máxima verossimilhança apresentou maiores valores para todas as distribuições, exceto no teste Q-Q para a

Realização



distribuição Log-Pearson, ratificando assim que o método induz maior aderência das distribuições aos dados empíricos.

Por meio da análise por correlação através do ajuste logarítmico (Figura 3), nota-se que a distribuição Log-Normal é a que possui maior índice de correlação ( $r^2=0,997$ ) seguido da distribuição de Gumbel ( $r^2=0,9949$ ) e Log-Pearson ( $r^2=0,927$ ).

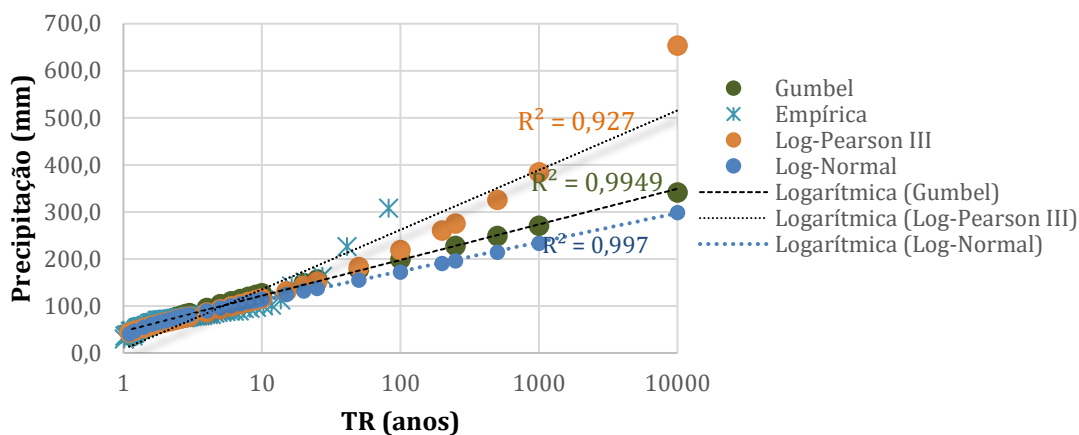


Figura 3. Índices de correlação das distribuições

Fonte: Autoria própria (2023)

Adicionalmente a essas análises, dependendo da perspectiva de aplicação do estudo, sugere-se que para a escolha da distribuição mais ajustável aos dados, seja avaliado a proximidade dos valores reais aos valores probabilísticos selecionando aquela distribuição que possui o menor intervalo de dispersão entre os dados reais e empíricos, no tempo de retorno que se pretende aplicar o estudo.

## CONCLUSÕES

Na determinação das precipitações máximas para o município de Caxambu-MG todas as distribuições de probabilidades analisadas foram aceitas para representar as estimativas sendo confirmadas pelos testes de aderência Kolmogorov-Smirnov e Qui-quadrado. A distribuição Log-Normal se mostrou mais conservadora ao estimar índices de precipitações menores quando comparados às distribuições de Gumbel e Log-Pearson.

Dentre os resultados obtidos entre os métodos de estimativa de parâmetros das distribuições, o método dos momentos L obteve maior êxito para aceitação da hipótese do

Realização



teste em relação ao método dos momentos, contudo o método da máxima verossimilhança foi o que mais influenciou o resultado do teste de aderência, apresentando maiores índices de p-valores para os testes realizados.

## REFERÊNCIAS

ÁVILA, L. F.; MELLO, C. R.; VIOLA, M. R. Mapeamento da precipitação mínima provável para o sul de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 13, p. 906-915, 2009

CAXAMBU. Plano Estratégico de Desenvolvimento Econômico de Caxambu. 117f. 2015.

CAXAMBU. **Plano Municipal de Saneamento Básico de Caxambu**. Produto C - Diagnóstico.2020.

COTTA, H.H.A.;CORREA,W.S.C.;ALBUQUERQUE, T.T.A.Aplicação da distribuição de Gumbel para valores extremos de precipitação no município de Vitória-ES. **Revista Brasileira de Climatologia**, v.19,[s.n],jul-dez, 2016

DE LIMA, A.A.; NAGHETTINI, M. ALEA – Uma ferramenta prática e consistente para a análise de frequência local de eventos hidrológicos anuais. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 14., 2001, Aracaju. **Anais [...]**. Aracaju: Aracaju: ABRH, 2001.

HARTMANN, M.; MOALA, F. A.; MENDONÇA, M. A. Estudo das precipitações máximas anuais em Presidente Prudente. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.26, n.4, p. 561 - 568, 2011

GUIMARÃES. R. C. **Probabilidade e estatística aplicada à hidrologia**. 2011. 54 f

JESUS, B. J.; NASCIMENTO, Y. S. Tempo de retorno e espacialização das precipitações máximas pelo método dos momentos para o estado da Bahia. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 25, n. 1, p. 127-131, jan-fev, 2020

MENDES, K. M. C.; OLIVEIRA, A. L.; ALCÂNTARA, L. R. P.; ALVES, A.T.A.; NETO, S. M. S.; COUTINHO, A. P.; MONTENEGRO, S. M. G. L.; SOARES, J. M.;

NAGHETTINI, M.; PINTO, E.J.A. **Hidrologia estatística**. Belo Horizonte: CPRM, 2007. 552p

SABINO, M.; DE SOUZA, A. P.; ULIANA, E. M.; DE ALMEIDA, F. T.; LISBOA, L.; ZOLIN, C. A. Distribuições de probabilidade para intensidade de precipitação máxima no estado de Mato Grosso. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 29, jul/dez, 2021

Realização