



**VOZES**  
**DOS VALES**  
Publicações Acadêmicas UFVJM



Ministério da Educação – Brasil  
Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM  
Minas Gerais – Brasil  
Revista Vozes dos Vales: Publicações Acadêmicas  
ISSN: 2238-6424  
QUALIS/CAPES – LATINDEX  
Nº. 26 – Ano XII – 10/2024  
<http://www.ufvjm.edu.br/vozes>

## **Análise da precipitação pluviométrica no município de Ladainha – MG**

Erica Amaral Avelino  
Bacharel em Ciência e Tecnologia  
Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri - UFVJM - Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/041440144518669>  
E-mail: [erica.avelino@ufvjm.edu.br](mailto:erica.avelino@ufvjm.edu.br)

Andrine Lemes Barbosa  
Bacharel em Ciência e Tecnologia  
Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri - UFVJM - Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/0821442094716309>  
E-mail: [andrine.lemes@ufvjm.edu.br](mailto:andrine.lemes@ufvjm.edu.br)

Prof. Dr. Carlos Henrique Alexandrino  
Doutor em Geofísica pelo Observatório Nacional do Rio de Janeiro - Brasil  
Docente do Instituto de Ciência, Engenharia e Tecnologia - ICET  
Teófilo Otoni - UFVJM - Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/2606412388376202>  
E-mail: [carlos.alexandrino@ufvjm.edu.br](mailto:carlos.alexandrino@ufvjm.edu.br)

**Resumo:** As chuvas causam danos severos tanto no espaço urbano quanto no rural, desta forma, conhecer as particularidades da intensidade pluviométrica é fundamental para o planejamento de políticas públicas, convivência e realização de atividades de interesse econômico em uma determinada região. Conseqüentemente, esse assunto desperta forte interesse, todavia, estudos relacionados à precipitação do município de Ladainha–MG não foram encontrados. Desta forma, o propósito desse trabalho é realizar a caracterização da precipitação pluviométrica de Ladainha–MG, via estatística descritiva. Para atingir o objetivo, usamos a série histórica de 1977 a 2023 de intensidade pluviométrica disponível no banco de dados do portal HidroWeb. Organizamos os dados de precipitações em dados mensais, preenchemos as lacunas estimando a média simples entre elementos anterior e posterior à lacuna, uma vez que não foi possível usar dados de estações próximas, pois o município possui apenas uma estação pluviométrica. Agrupamos essas informações mês a mês para cada ano da série histórica, e implementamos a distribuição de frequência, estruturada em seis classes para cada um dos meses, e determinamos o valor médio, a mediana e o desvio padrão. A partir do valor médio e do desvio padrão, inferimos o intervalo de confiança de 95%. O valor médio e o desvio padrão estimado para cada mês de precipitação pluviométrica foram: janeiro  $150 \pm 114$  mm, fevereiro  $93 \pm 68$  mm, março  $128 \pm 79$  mm, abril  $66 \pm 44$  mm, maio  $34 \pm 35$  mm, junho  $27 \pm 24$  mm, julho  $34 \pm 23$  mm, agosto  $27 \pm 23$  mm, setembro  $53 \pm 58$  mm, outubro  $102 \pm 73$  mm, novembro  $176 \pm 89$  mm e dezembro  $197 \pm 80$  mm. Nota-se que os meses mais chuvosos são: novembro, dezembro e janeiro, já os menos chuvosos são: junho, julho e agosto. O intervalo de confiança de 95% estimado para cada mês foi: janeiro 117 a 182 mm, fevereiro 74 a 112 mm, março 106 a 151 mm, abril 53 a 79 mm, maio 27 a 41 mm, junho 20 a 34 mm, julho 27 a 40 mm, agosto 21 a 33 mm, setembro 37 a 70 mm, outubro 81 a 123 mm, novembro 150 a 201 mm e dezembro 174 a 220 mm. Os resultados da análise via estatística descritiva mostram uma alta variabilidade da intensidade pluviométrica no município de Ladainha–MG. Por conseguinte, prosseguiremos esse trabalho aplicando outras ferramentas estatísticas visando obter resultados mais precisos.

**Palavras-chave:** Intervalo de Confiança, Chuva, Análise de dados, Estimativa Descritiva.

## **Introdução**

A precipitação é um fenômeno natural com forte interferência em vários fatores que influenciam direta ou indiretamente na vida humana. Possui importância expressiva em áreas como a agricultura, pecuária e o abastecimento urbano (Reis *et al.*, 2020; Santos e Aquino, 2017; Silva *et al.*, 2015).

Pode-se definir a precipitação como toda forma de água oriunda da atmosfera que chega à superfície terrestre, na forma de chuva, geada, granizo, neblina, neve ou orvalho (Reis *et al.*, 2020; Sousa *et al.*, 2017). Estudos pluviométricos são as principais informações usadas em análises do clima e, por este motivo, muitos municípios possuem estações para monitoramento e quantificação de chuvas (Cargnelutti Filho *et al.*, 2010; Hidroweb, 2024; Naghettini e Andrade Pinto, 2007).

Igualmente, a correta compreensão das anomalias espaço-temporais das precipitações é um dos elementos fundamentais para o planejamento e manejo de bacias hidrográficas. Por consequência, a análise do regime pluvial permite verificar a existência de ações antrópicas nessas regiões (Reis *et al.*, 2020; Sousa *et al.*, 2017).

Desta forma, a estimativa precisa dessa variável mês a mês para um determinado local. É essencial, em especial nos municípios, onde a economia é fortemente dependente das atividades agropecuárias (Cargnelutti Filho *et al.*, 2010).

O índice pluviométrico também é fortemente integrado ao clima e adquire relevância, visto que pode propiciar as condições necessárias para ser possível a realização de atividades de interesse econômico em uma determinada região (Santos e Aquino, 2017; Silva *et al.*, 2015).

Pelo exposto, o conhecimento do regime pluvial desperta forte interesse da comunidade acadêmica. São inúmeras as publicações acadêmicas sobre o assunto (Cabral dos Santos *et al.*, 2023; Reis *et al.*, 2020; Silva *et al.*, 2015; Silva e Mandú, 2020; Sousa *et al.*, 2017). Todavia, estudos relacionados à estimativa da média de precipitação pluvial mensal para o município de Ladainha–MG não foram encontrados. Desta forma, o objetivo desse trabalho é realizar a análise estatística da série histórica, de 1977 a 2023, da precipitação pluviométrica do município de Ladainha–MG.

A análise de variabilidade de precipitação desempenha papel fundamental no planejamento de condições ambientais e socioeconômicas, além de permitir a possibilidade de detectar precocemente eventos anômalos que possam causar

transtornos à sociedade e muitas vezes até a morte de pessoas (Cabral dos Santos *et al.*, 2023; Reis *et al.*, 2020).

Os conceitos da estatística descritiva foram usados como ferramenta de análise de variabilidade da precipitação pluviométrica, por simplicidade e também pelo seu ótimo poder de resposta. Conseqüentemente, este trabalho busca cobrir uma lacuna atualmente existente. Assim também, disponibilizar informações visando aprimorar o planejamento das tarefas produtivas no município.

## **Revisão de literatura**

### **Clima**

No Brasil, variações nas condições climáticas são a causa de danos e prejuízos no país. Efeitos climáticos, sejam promovendo situações de risco à vida e danos materiais, via enchentes, como recentemente as ocorridas no Rio Grande do Sul ou estiagens prolongadas, que ocorrem frequentemente nas regiões Norte, Nordeste e Centro Oeste brasileiro (Monitor das secas, 2024).

É consenso que a média das condições meteorológicas de uma região define o seu clima, e esse clima, afeta diretamente toda a sociedade. A assertividade das decisões em diversos projetos está vinculada ao conhecimento prévio do comportamento do clima (Tucci, 2009).

As variações climáticas são influenciadas por diversos fatores, porém a temperatura e a chuva possuem papel de destaque nas oscilações climáticas, uma vez que interverem fortemente na evapotranspiração, umidade do solo e no escoamento superficial (Collischonn e Dornelles, 2015; Tucci, 2009).

As precipitações intensas costumam ocasionar inundações, desabamento de edificações, assoreamentos e erosões. A estiagem também deixa seu rastro destrutivo, provocando grandes prejuízos na agricultura e pecuária (Monitor das secas, 2024).

### **Precipitação**

São diversas as formas de precipitação: chuvisco, neve, granizo e principalmente a própria chuva (Tucci, 2009).

A formação das precipitações ocorre pelo princípio do ciclo hidrológico, o qual é a evaporação da água dos oceanos, superfície terrestre e atmosfera, seja pela radiação solar ou pela gravidade. Essa movimentação contribui para a formação de nuvens na atmosfera que, quando carregadas, provocam a precipitação de chuva (Tucci, 2009).

Obviamente, essa água infiltra no solo formando os aquíferos e destes surgem as nascentes que delas provêm os rios que escoam na superfície terrestre. Por fim, parte desta água é evaporada para a formação das nuvens e outra parte é absorvida pelas plantas, que posteriormente ocorrerá a evapotranspiração (Collischonn e Dornelles, 2015; Tucci, 2009).

### **Coleta de Dados**

Os dados carregam consigo muitas informações, que se processadas devidamente possibilitam resultados, previsões e conclusões sobre o que se está analisando. Com dados em mãos, é possível encontrar soluções para mitigar diversos problemas. Os dados meteorológicos têm grande importância, principalmente para as atividades humanas socioeconômicas. O avanço tecnológico vem favorecendo diversas áreas de pesquisa, e a coleta de dados também foi beneficiada. Permitindo a criação de estações pluviométricas automáticas, realizando coletas com maior precisão e confiabilidade (Collischonn e Dornelles, 2015; Tucci, 2009).

O portal HidroWeb integrante do Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH), disponibiliza banco de dados com as informações coletadas pela Rede Hidrometeorológica Nacional (RHN). Os seguintes dados estão disponíveis: climatologia, chuvas, níveis fluviais, qualidade da água, sedimentos e vazões. Dados disponíveis no Portal HidroWeb são coletados convencionalmente a partir de informações hidrometeorológicas (HidroWeb, 2024).

### **Estações Pluviométricas**

Medidas de precipitação pluvial são importantes em diversas áreas. A coleta de dados via estações pluviométricas, ocorre de forma contínua no tempo. O problema desse tipo de coleta é a descontinuidade espacial em regiões com poucas ou nenhuma estação.

Para corrigir esse problema a solução é a implantação de mais estações pluviométricas em áreas distintas, assim permitindo registros de dados em maior escala, possibilitando maior confiabilidade dos resultados (HidroWeb, 2024).

Outro problema é a falta das anotações de dados em certos períodos, ocasionando uma quebra na série de dados, existindo a necessidade da imputação nos dados. Esta falta de lançamentos também pode ocorrer por falha mecânica e até mesmo humana (Tucci, 2009).

### **Lacuna na série histórica**

Um desafio para pesquisas com dados são as lacunas existentes dentro da série histórica. A falta de dados ocorre com frequência na área de hidrologia, em especial com dados de precipitação pluvial. Uma das técnicas mais usadas para sanar esse problema é o método de interpolação, que estima valores em locais que não existe o apontamento de dados baseando na influência de locais próximos. Este método é considerado um dos mais precisos uma vez que fenômenos relacionados ao clima, não dispõem de mecanismos capazes de uma cobertura total de determinadas regiões (Collischonn e Dornelles, 2015; Tucci, 2009).

Considerando o fato dos dados faltantes nas informações das estações pluviométricas, existem ainda, métodos mais simples, como, por exemplo, a estimativa de médias aritméticas de estações próximas, os robustos que utilizam algoritmos computacionais e também realizar a combinação de métodos, geralmente um simples com um robusto. O preenchimento dessas falhas meteorológicas é geralmente realizado mediante registros no mesmo local em dias que estão disponíveis em estações vizinhas (Collischonn e Dornelles, 2015; Tucci, 2009, 2017).

### **Métodos Estatísticos**

A estatística é um conjunto de técnicas que permite, de forma sistemática, organizar, descrever, analisar e interpretar dados medidos durante estudos ou experimentos. Em sua essência, a estatística é a ciência que apresenta processos próprios para coletar, apresentar e interpretar adequadamente conjuntos de dados, sejam eles numéricos ou não, para auxiliar a descrição do fenômeno observado.

A estatística subdivide-se em três áreas: 1) estatística descritiva usada para caracterizar e sintetizar os dados, e seus principais objetivos são identificar padrões,

tendências e outras características relevantes presentes nos dados coletados; 2) probabilidade de estudo de experimentos aleatórios, permitindo analisar as chances de determinados eventos ocorrerem, em outras palavras, a probabilidade é uma medida da possibilidade de algo acontecer; e 3) estatística inferencial utiliza métodos para testar hipóteses e estimar parâmetros, possibilitando assim inferências sobre características da população a partir da análise de amostras (Naghetini e Andrade Pinto, 2007; Levine e Krehbiel, 2008; Sampaio *et al.*, 2018).

A estatística descritiva é a etapa inicial da análise de dados e tem por objetivo descrever os dados observados. As medidas descritivas mais comuns utilizadas para resumir os dados numéricos são as medidas de tendência central e dispersão (Naghetini e Andrade Pinto, 2007; Levine e Krehbiel, 2008; Sampaio *et al.*, 2018).

A partir da disponibilidade de informações hidrológicas é possível estimar elementos da estatística descritiva como média, desvio padrão, coeficiente de assimetria e distribuição de frequências e a inferencial como intervalo de confiança para analisar e interpretar dados observados de precipitação (Naghetini e Andrade Pinto, 2007).

As medidas de tendência central não fornecem a visão completa dos dados. Para que os dados possam ser mais bem interpretados também é necessário saber como estes estão 'espalhados', isto é, se os dados estão localizados em sua maioria em torno da medida de tendência central ou se estão dispersos. As medidas de dispersão são importantes para compreendermos as características intrínsecas das variáveis de um dado problema (Sampaio *et al.*, 2018; Levine e Krehbiel, 2008).

Um problema dessas medidas de dispersão é que elas consideram somente os valores extremos de um conjunto de dados. Por outro lado, a variância caracterizada pela média aritmética dos quadrados dos desvios da distribuição de um conjunto de dados e o desvio-padrão a qual é a raiz quadrada da variância indicam a variabilidade de um conjunto de dados, levando em consideração todos os seus valores, quanto maior é o desvio-padrão em relação à média, maior será sua heterogeneidade. Caso contrário, os dados serão menos dispersos, repercutindo em dados mais homogêneos (Levine e Krehbiel, 2008; Sampaio *et al.*, 2018).

No geral, a estatística descritiva é utilizada em momentos em que estamos diante de muitos dados, e precisamos tornar essas informações manejáveis visando

correlacioná-las. Porém, ao simplificar, pode ser introduzido um viés pela redução das informações. Este viés pode ser minimizado utilizando concomitantemente, medidas de tendência central e dispersão, isso possibilita cruzar informações e chegar a conclusões mais assertivas.

Outro problema de uma estimativa pontual é que ela raramente se iguala ao parâmetro exato (média e desvio padrão) de uma população. Daí surge a necessidade de fazer estimativas mais significativas, especificando um intervalo de valores que melhor represente os parâmetros de uma dada população. O Intervalo de Confiança é uma importante técnica de inferência estatística usada quando necessitamos estimar um intervalo de valores plausíveis para o parâmetro baseado nos dados amostrais (Naghattini e Andrade Pinto, 2007; Levine e Krehbiel, 2008; Sampaio *et al.*, 2018).

Uma estimativa por intervalo para um parâmetro populacional é um intervalo determinado por dois números, obtidos a partir de elementos amostrais, que se espera que contenham o valor do parâmetro (populacional) com um dado nível de confiança. Geralmente, desejamos ter uma confiança maior que 90%, pois valores menores, pois possuem pouca “precisão” (Levine e Krehbiel, 2008; Sampaio *et al.*, 2018).

Valores acima de 99%, embora consistam em uma confiança elevada, acarretam problemas de cálculo ou obtemos intervalos muito grandes, e em algumas vezes necessitamos de amostras muito grandes, o que pode inviabilizar a pesquisa, a coleta de dados, elevando o seu custo (Sampaio *et al.*, 2018; Levine e Krehbiel, 2008; Triola, 2005).

Após a realização das análises, se faz necessário realizar a apresentação dos dados. Quando apresentados por meio de tabelas e gráficos. Tabela é uma forma resumida de mostrar um conjunto de observações, enquanto os gráficos são formas de apresentação dos dados, cujo objetivo é o de produzir uma impressão mais rápida do fenômeno em estudo (Triola, 2005).

## **Metodologia**

### **Área de estudo**

A área de estudo situa-se na porção nordeste de Minas Gerais (figura 1). Ladainha é uma cidade do Estado de Minas Gerais. Os habitantes chamam-se

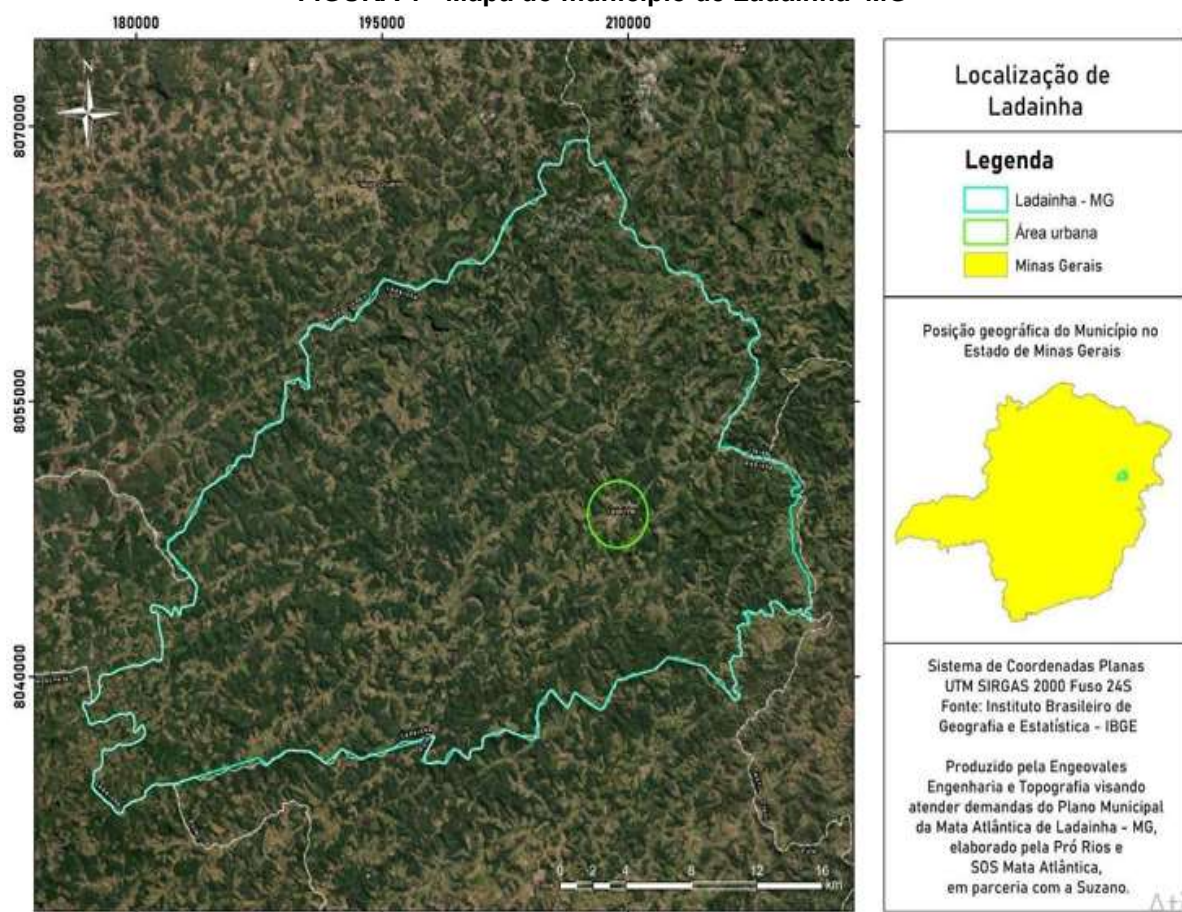


ladainhenses. Localizada na zona climática Tropical Brasil Central, subdividida em quente e sub-quente. O valor médio anual da temperatura e do índice pluviométrico são respectivamente: 22,4 °C e 1060 mm (PMMA, 2023; IBGE, 2022).

Os municípios limítrofes de Ladainha são: Itaipé, Malacacheta, Novo Cruzeiro, Poté, Setubinha e Teófilo Otoni. Com uma população aproximada de 14.300 habitantes, desse total, 75% residem na zona rural, possui extensão territorial de 866,3 km<sup>2</sup>, conseqüentemente, sua densidade demográfica é de 21 habitantes por km<sup>2</sup> (PMMA, 2023; IBGE, 2022).

O relevo do município é caracterizado por uma combinação de planaltos e chapadas, com elevação máxima que pode chegar até a 1130 metros acima do nível do mar, enquanto os pontos mais baixos possuem em torno de 400 metros (PMMA, 2023).

**FIGURA 1 - Mapa do município de Ladainha-MG**



Fonte: PMMA, 2023, p 5.

### Série histórica da precipitação pluviométrica

A série histórica de precipitação pluviométrica do período de 1977 a 2023 (46 anos), usada neste trabalho, foi obtida no portal HidroWeb da estação do município de Ladainha–MG, código 1741006 e coordenadas geográficas: latitude 17° 37' 55" S e longitude 41° 44' 16" (HidroWeb, 2024). A operação da estação é de responsabilidade da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM).

Os dados brutos contendo informações de precipitações diárias foram organizados em dados de janeiro a dezembro para os anos de 1977 a 2023, conforme salienta a tabela (1). As lacunas existentes nos dados originais foram preenchidas usando o valor da média simples entre o mês anterior e o posterior à lacuna, uma vez que, não foi possível usar dados de estações próximas, pois o município possui apenas uma estação de coleta de dados pluviométricos.

**TABELA 1 – Dados pluviométricos em mm do município de Ladainha–MG**

| ANO/MÊS | JAN | FEV | MAR | ABR | MAI | JUN | JUL | AGO | SET | OUT | NOV | DEZ | MÉDIA ANUAL |
|---------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------------|
| 1977    | 202 | 1   | 139 | 55  | 33  | 43  | 2   | 31  | 82  | 232 | 176 | 155 | 1151        |
| 1978    | 330 | 95  | 104 | 68  | 18  | 106 | 34  | 40  | 286 | 96  | 153 | 353 | 1682        |
| 1979    | 382 | 73  | 46  | 31  | 15  | 11  | 14  | 36  | 124 | 133 | 128 | 310 | 1304        |
| 1980    | 119 | 26  | 141 | 85  | 61  | 17  | 11  | 15  | 38  | 85  | 156 | 153 | 906         |
| 1981    | 53  | 248 | 54  | 46  | 43  | 20  | 31  | 3   | 268 | 307 | 50  | 285 | 1408        |
| 1982    | 0   | 140 | 118 | 39  | 1   | 20  | 44  | 27  | 112 | 30  | 127 | 276 | 934         |
| 1983    | 276 | 178 | 334 | 45  | 57  | 29  | 22  | 17  | 82  | 138 | 111 | 255 | 1544        |
| 1984    | 97  | 48  | 74  | 117 | 9   | 10  | 56  | 43  | 74  | 120 | 112 | 241 | 998         |
| 1985    | 485 | 61  | 130 | 19  | 7   | 3   | 25  | 25  | 61  | 84  | 228 | 188 | 1315        |
| 1986    | 136 | 59  | 22  | 44  | 26  | 38  | 23  | 22  | 2   | 51  | 178 | 164 | 765         |
| 1987    | 117 | 37  | 134 | 48  | 12  | 9   | 2   | 4   | 103 | 32  | 154 | 281 | 932         |
| 1988    | 98  | 53  | 168 | 52  | 26  | 23  | 10  | 17  | 0   | 19  | 141 | 233 | 839         |
| 1989    | 24  | 57  | 165 | 17  | 31  | 68  | 12  | 59  | 32  | 156 | 288 | 322 | 1232        |
| 1990    | 38  | 84  | 22  | 78  | 39  | 20  | 32  | 77  | 31  | 94  | 69  | 121 | 706         |
| 1991    | 309 | 105 | 128 | 61  | 52  | 29  | 83  | 0   | 143 | 46  | 216 | 155 | 1325        |
| 1992    | 438 | 198 | 163 | 159 | 46  | 45  | 38  | 51  | 23  | 190 | 279 | 0   | 1630        |
| 1993    | 98  | 82  | 4   | 22  | 46  | 52  | 20  | 16  | 82  | 41  | 84  | 260 | 806         |
| 1994    | 0   | 86  | 268 | 84  | 28  | 14  | 42  | 12  | 8   | 91  | 204 | 165 | 1002        |
| 1995    | 78  | 48  | 103 | 117 | 33  | 1   | 75  | 11  | 6   | 116 | 263 | 232 | 1081        |
| 1996    | 23  | 12  | 73  | 22  | 15  | 13  | 6   | 10  | 61  | 165 | 263 | 257 | 919         |

|      |     |     |     |     |     |    |    |     |     |     |     |     |      |
|------|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| 1997 | 158 | 111 | 220 | 114 | 27  | 2  | 13 | 11  | 61  | 60  | 121 | 251 | 1148 |
| 1998 | 154 | 48  | 16  | 39  | 44  | 0  | 2  | 14  | 6   | 94  | 296 | 137 | 850  |
| 1999 | 174 | 46  | 126 | 39  | 18  | 9  | 75 | 10  | 34  | 32  | 188 | 210 | 960  |
| 2000 | 195 | 74  | 301 | 82  | 65  | 6  | 39 | 24  | 70  | 11  | 297 | 221 | 1386 |
| 2001 | 89  | 3   | 116 | 18  | 47  | 43 | 36 | 49  | 23  | 124 | 313 | 162 | 1022 |
| 2002 | 289 | 208 | 132 | 34  | 22  | 21 | 23 | 40  | 121 | 19  | 232 | 187 | 1326 |
| 2003 | 196 | 147 | 78  | 110 | 22  | 40 | 28 | 19  | 86  | 108 | 66  | 197 | 1096 |
| 2004 | 276 | 127 | 245 | 240 | 144 | 34 | 85 | 5   | 8   | 214 | 96  | 195 | 1669 |
| 2005 | 192 | 203 | 203 | 39  | 66  | 93 | 68 | 40  | 32  | 31  | 128 | 218 | 1313 |
| 2006 | 36  | 51  | 245 | 116 | 7   | 58 | 13 | 6   | 32  | 292 | 380 | 236 | 1470 |
| 2007 | 77  | 225 | 82  | 60  | 32  | 6  | 17 | 25  | 34  | 0   | 109 | 139 | 804  |
| 2008 | 122 | 128 | 189 | 96  | 9   | 9  | 7  | 20  | 11  | 2   | 347 | 197 | 1137 |
| 2009 | 276 | 12  | 88  | 110 | 20  | 7  | 79 | 40  | 10  | 233 | 72  | 107 | 1053 |
| 2010 | 35  | 34  | 214 | 64  | 40  | 19 | 59 | 5   | 12  | 72  | 214 | 274 | 1040 |
| 2011 | 71  | 50  | 166 | 128 | 11  | 0  | 53 | 10  | 8   | 202 | 165 | 106 | 970  |
| 2012 | 79  | 62  | 20  | 34  | 82  | 13 | 28 | 128 | 7   | 35  | 439 | 42  | 969  |
| 2013 | 171 | 19  | 72  | 63  | 23  | 45 | 20 | 9   | 56  | 52  | 117 | 444 | 1090 |
| 2014 | 31  | 63  | 110 | 30  | 9   | 82 | 37 | 29  | 3   | 88  | 205 | 167 | 854  |
| 2015 | 6   | 69  | 52  | 62  | 42  | 36 | 28 | 43  | 1   | 15  | 180 | 115 | 648  |
| 2016 | 290 | 19  | 42  | 9   | 13  | 26 | 36 | 12  | 5   | 94  | 80  | 130 | 754  |
| 2017 | 103 | 166 | 81  | 24  | 29  | 16 | 77 | 5   | 29  | 17  | 150 | 224 | 921  |
| 2018 | 95  | 237 | 95  | 145 | 23  | 9  | 13 | 16  | 1   | 124 | 209 | 228 | 1194 |
| 2019 | 36  | 80  | 124 | 90  | 8   | 39 | 23 | 29  | 14  | 43  | 83  | 97  | 664  |
| 2020 | 207 | 69  | 244 | 61  | 76  | 27 | 53 | 41  | 8   | 186 | 120 | 125 | 1217 |
| 2021 | 40  | 262 | 181 | 12  | 51  | 14 | 2  | 22  | 5   | 107 | 185 | 200 | 1079 |
| 2022 | 149 | 93  | 130 | 67  | 34  | 27 | 33 | 26  | 51  | 99  | 185 | 200 | 1094 |
| 2023 | 149 | 93  | 11  | 113 | 16  | 1  | 60 | 67  | 3   | 99  | 0   | 48  | 661  |

Fonte: HidroWeb, 2024

## Análise estatísticas

A partir da tabela (1) foi elaborada a distribuição por frequência, organizada em 6 classes para cada um dos meses, e a partir das distribuições por frequência foram estimados o valor médio (eq. 1), mediana (eq.2), desvio padrão (eq.3), empregando as expressões descritas por Levine e Krehbiel, 2008; Fávero e Belford, 2017; Naghettini e Andrade Pinto, 2007; Sampaio *et al.*, 2018; e Triola, 2005.

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i f_i}{\sum f_i} \quad (1)$$

onde  $\bar{x}$  é o valor médio,  $x_i$  o ponto médio da classe e  $f_i$  a frequência da classe.

$$M_d = L_{if} + \left[ \frac{\sum \frac{f_i}{2} - F}{f} \right] h \quad (2)$$

Na eq. (2)  $M_d$  é mediana,  $L_{if}$  o limite inferior da classe mediana,  $F$  à frequência acumulada da classe anterior a classe mediana,  $f$  a frequência simples da classe mediana e  $h$  a amplitude da classe mediana.

O desvio padrão  $\sigma$  foi calculado pela eq. (3), onde  $f_i$  é a frequência da classe e  $x_i$  o ponto médio da classe.

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum f_i x_i^2 - (f_i x_i)^2}{\sum f_i}} \quad (3)$$

Uma vez conhecido o desvio padrão e do valor médio, podemos estimar o intervalo de confiança ( $z$ ), com base nos valores de  $z$  informados na tabela (2). Para encontrar o intervalo de confiança superior ( $IC_S$ ), foi usada a eq. (4), e o inferior ( $IC_I$ ), aplicando a eq. 5 (Naghetini e Andrade Pinto, 2007; Sampaio *et al.*, 2018; e Triola, 2005).

$$IC_S = \bar{x} + z \frac{\sigma}{\sqrt{\sum f_i}} \quad (4)$$

$$IC_I = \bar{x} - z \frac{\sigma}{\sqrt{\sum f_i}} \quad (5)$$

**TABELA 2 – Valores do nível de confiança variável (Z)**

| Intervalo de Confiança | $z$  |
|------------------------|------|
| 80 %                   | 1,28 |
| 85 %                   | 1,44 |
| 90 %                   | 1,64 |
| 95 %                   | 1,96 |
| 99 %                   | 2,57 |
| 99.5 %                 | 2,80 |
| 99.9 %                 | 3,29 |

Fonte: Naghetini e Andrade Pinto, 2007

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A seguir, os resultados são mostrados e discutidos obedecendo à seguinte sequência: histograma das séries históricas mensais, medidas de posição e dispersão e o intervalo de confiança.

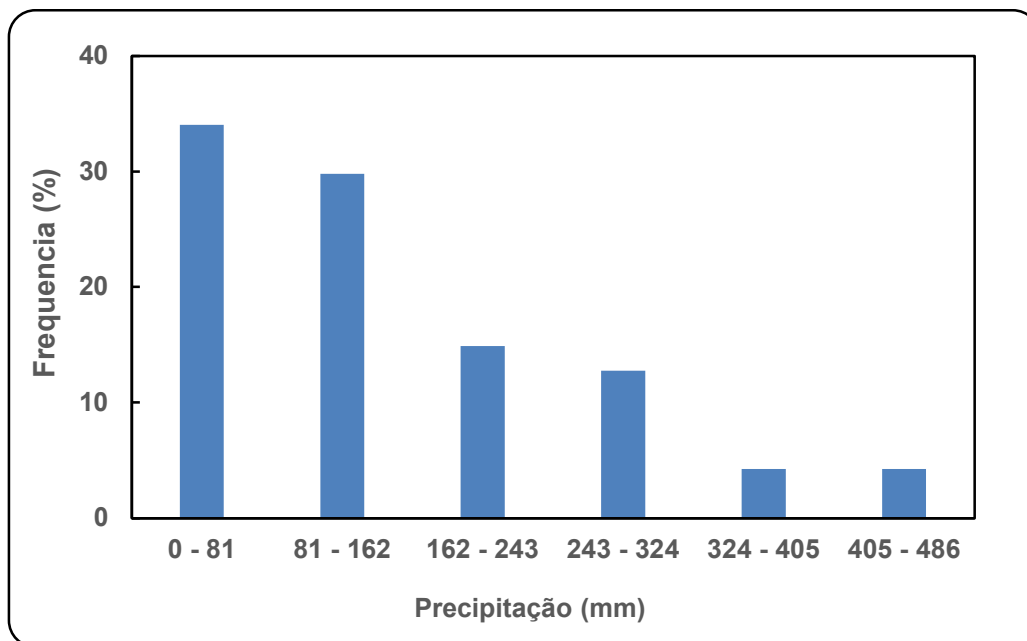
### Histograma das series históricas mensais

As figuras (2) a (13) exibem a representação gráfica frequência em função da intensidade pluviométrica de janeiro a dezembro. Elas informam a quantidade de chuvas prevista para cada mês no município de Ladainha–MG.

Na figura (2) podemos observar que a precipitação típica para o mês de janeiro está entre 81 e 243 mm. Os registros indicam ainda que 10% das chuvas superam 400 mm, por conseguinte, se faz necessário adotar medidas mitigatórias, pois excesso de chuvas são previstas para o mês. A figura (3) mostra que, em fevereiro, 40% das precipitações estão entre 44 e 88 mm, 20% são inferiores a 44 mm e 20% acima de 176 mm. Consequentemente, o regime de chuvas desse mês pode ser classificado como sendo de alta variabilidade.

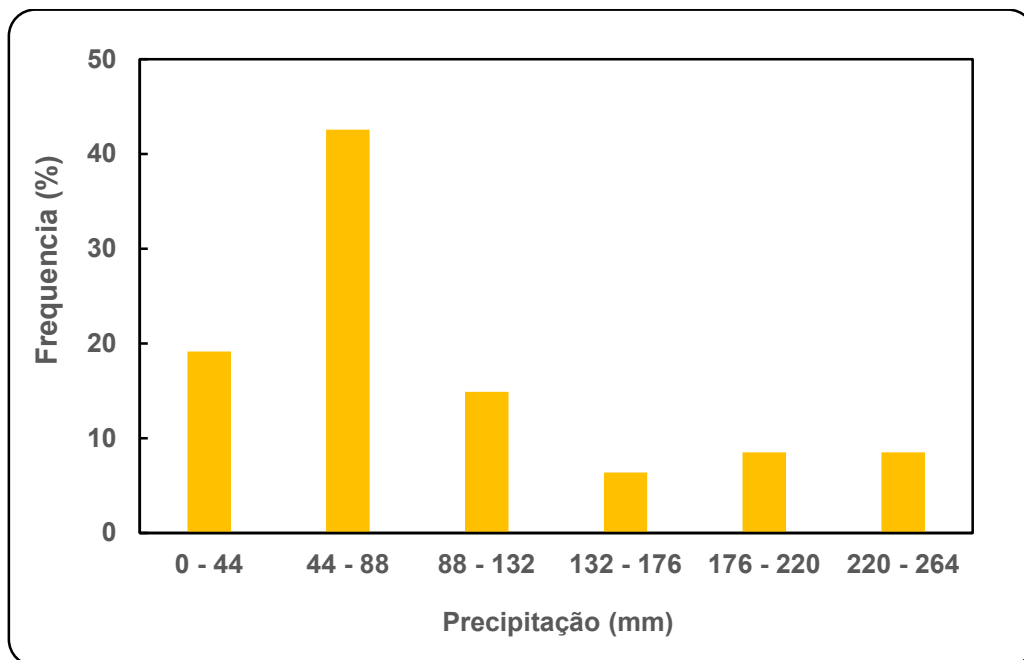
Tipicamente, março (figura (4)) apresenta precipitações entre 56 a 224 mm de chuva. Chuvas acima de 280 mm representam 5% das ocorrências.

**FIGURA 2 – Histograma - Série da histórica de 1977 a 2023 do mês de janeiro**



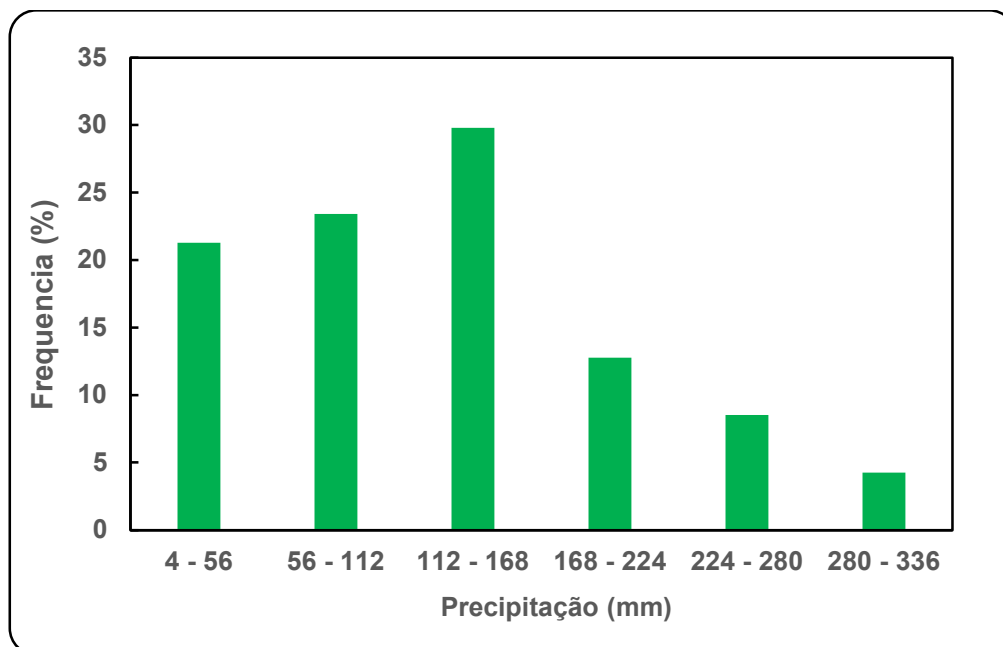
Fonte: dados da pesquisa, 2024

**FIGURA 3 – Histograma - Série histórica de 1977 a 2023 do mês de fevereiro**



Fonte: dados da pesquisa, 2024

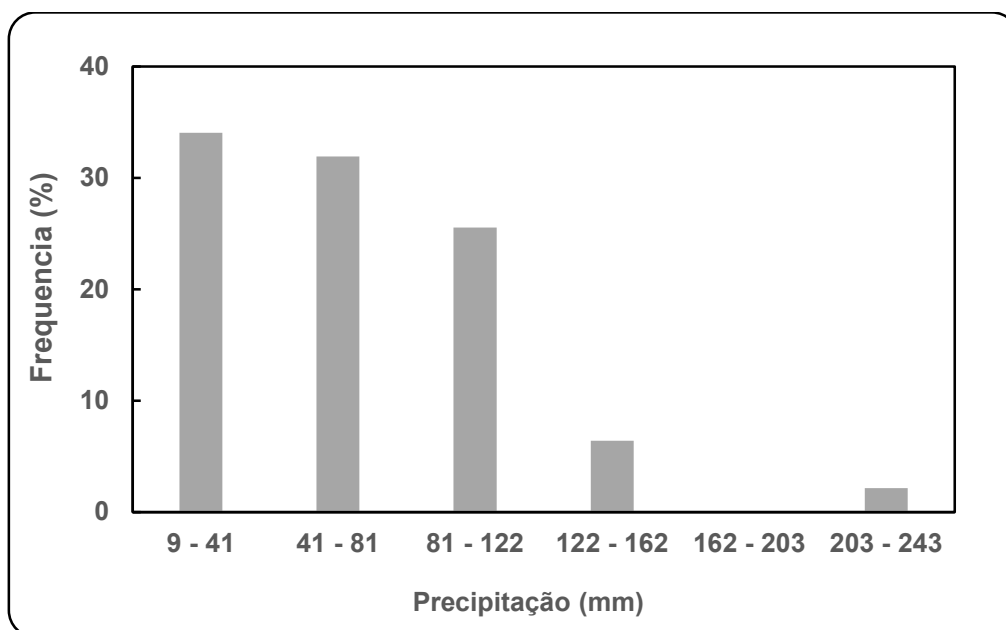
**FIGURA 4 – Histograma - Série histórica de 1977 a 2023 do mês de março**



Fonte: dados da pesquisa, 2024

Observando o histograma de abril (figura 5), notamos uma diminuição significativa da precipitação. Considerando a frequência relativa acumulada, podemos inferir que aproximadamente 65% da quantidade mensal de chuva é inferior a 81 mm. Esse mês marca a transição de regime de chuvas, uma vez que, com o final do verão, termina também o período chuvoso, e temos o início da estiagem (Monitor das Secas, 2024).

**FIGURA 5 – Histograma - Série histórica de 1977 a 2023 do mês de abril**

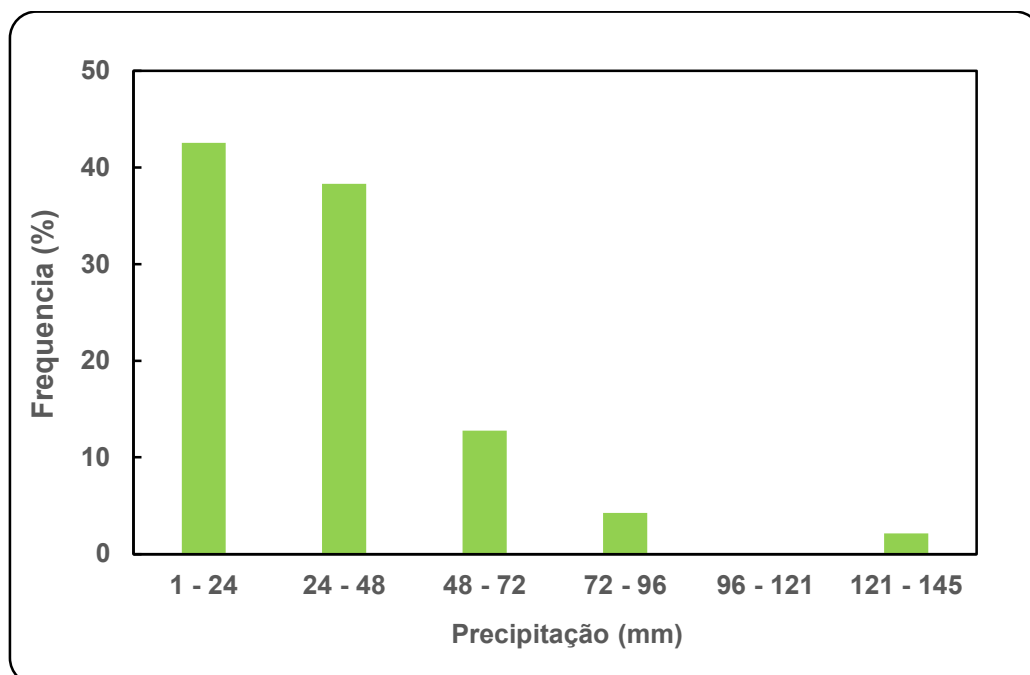


Fonte: dados da pesquisa, 2024

As figuras (6), (7), (8) e (9) expõem respectivamente os histogramas das séries históricas dos meses de maio, junho, julho e agosto.

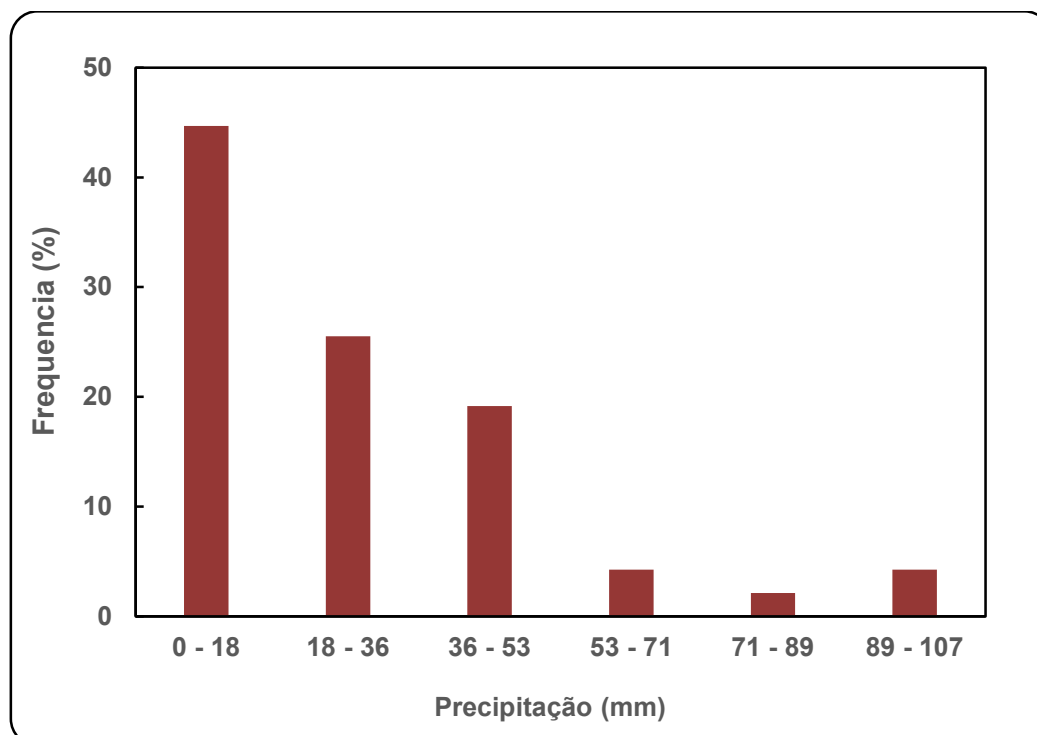
Nesse período do ano, 75% das frequências são de precipitações com até 48 mm, sendo que 45% são inferiores a 24 mm, o mês de maio é o mais seco. A situação de junho é semelhante, pois aproximadamente 70% das precipitações são menores que 29 mm. Os dados de julho e agosto indicam que 80% da quantidade de chuvas são menores que 43 mm. Logo, esse período pode ser tachado de maior escassez de chuva, ao longo do ano, na região do município de Ladainha–MG.

**FIGURA 6 – Histograma - Série histórica de 1977 a 2023 do mês de maio**



Fonte: dados da pesquisa, 2024

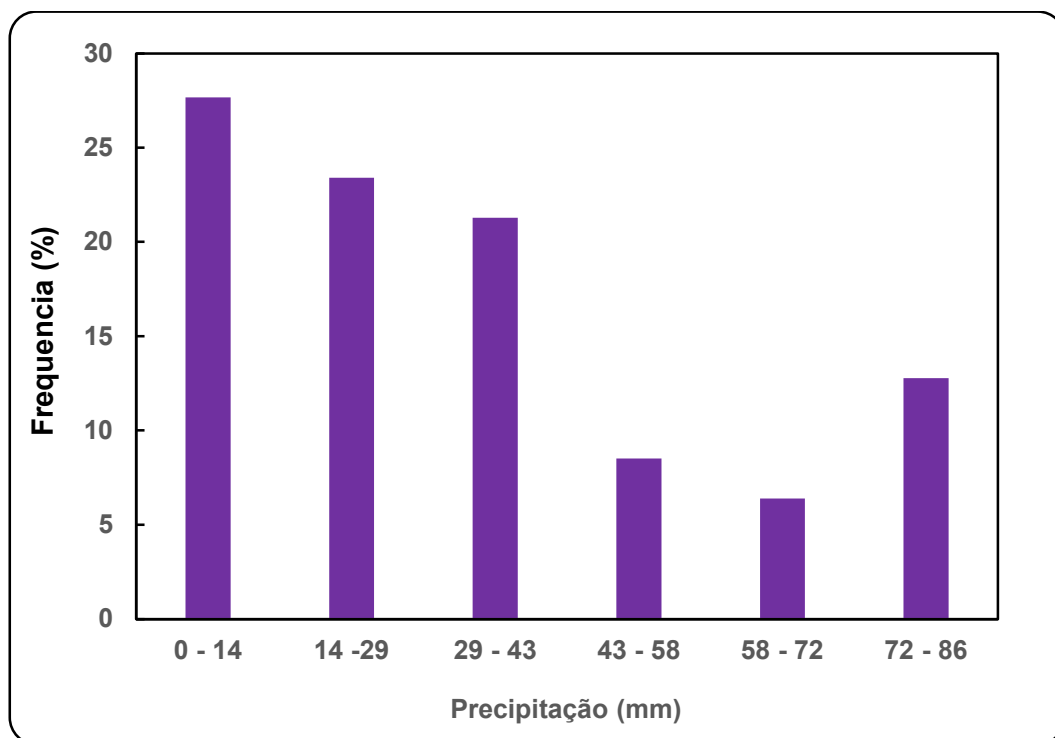
**FIGURA 7 – Histograma - Série histórica de 1977 a 2023 do mês de junho**



Fonte: dados da pesquisa, 2024

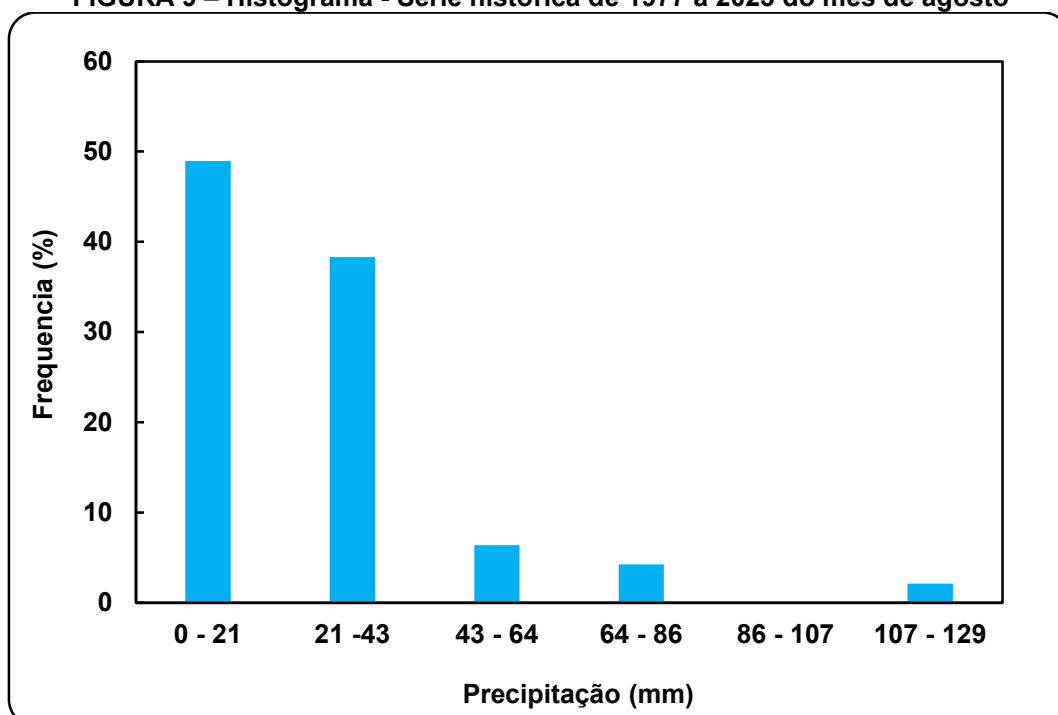


**FIGURA 8 – Histograma - Série histórica de 1977 a 2023 do mês de julho**



Fonte: dados da pesquisa, 2024

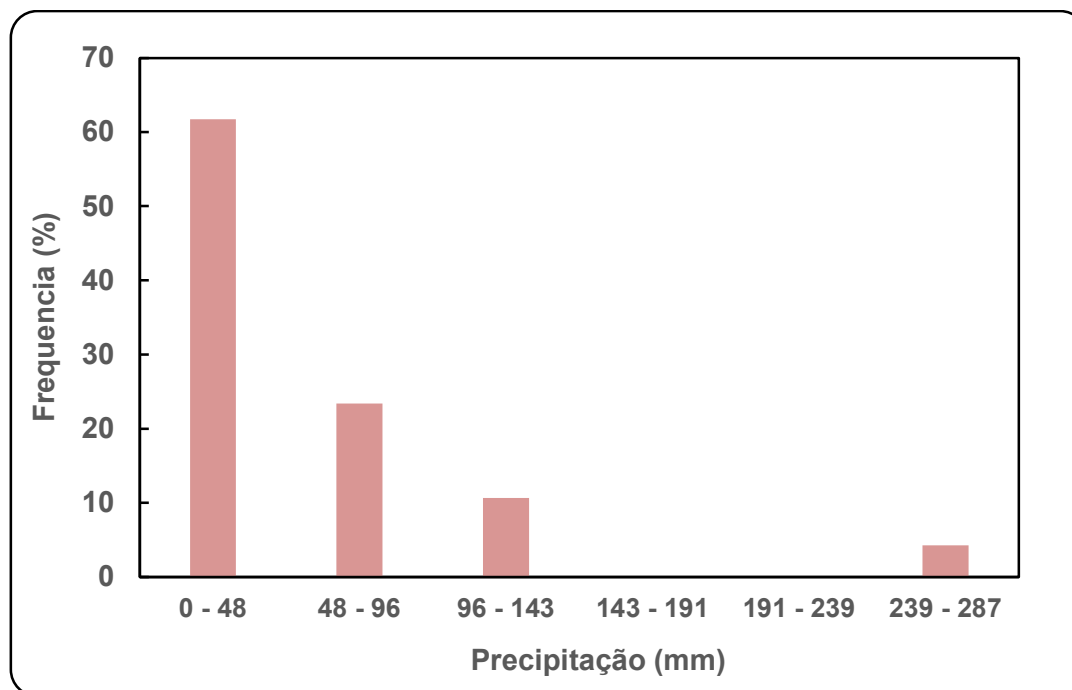
**FIGURA 9 – Histograma - Série histórica de 1977 a 2023 do mês de agosto**



Fonte: dados da pesquisa, 2024

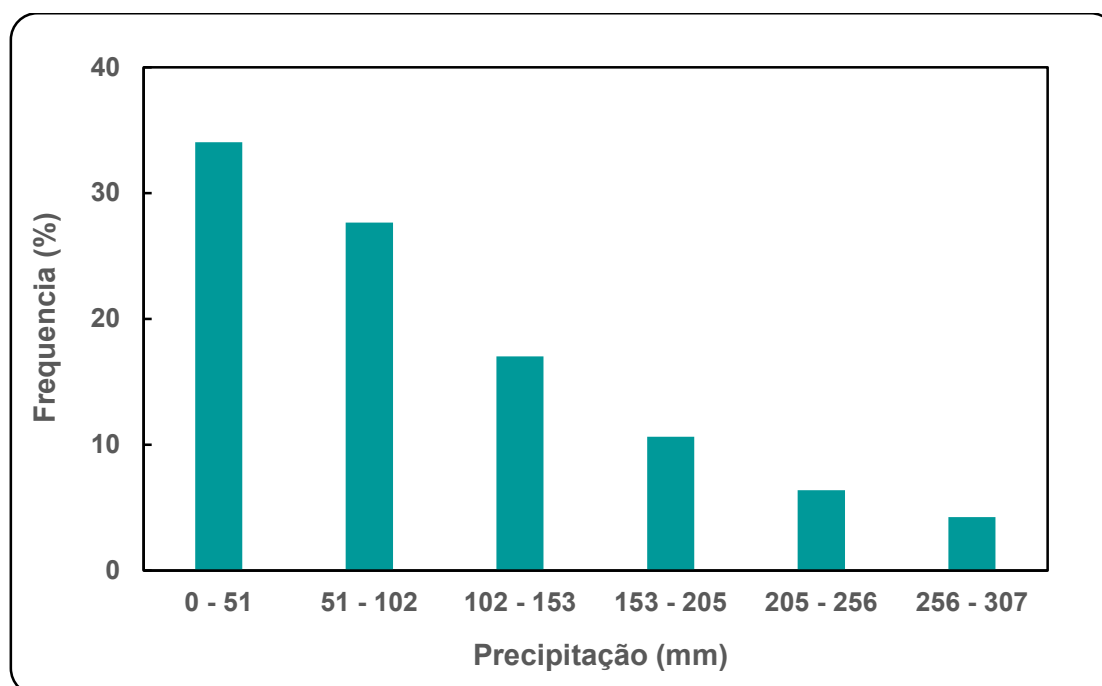
Os histogramas das séries históricas de setembro e outubro são retratados nas figuras (10) e (11).

**FIGURA 10 – Histograma - Série histórica de 1977 a 2023 do mês de setembro**



Fonte: dados da pesquisa, 2024

**FIGURA 11 – Histograma - Série histórica de 1977 a 2023 do mês de outubro**



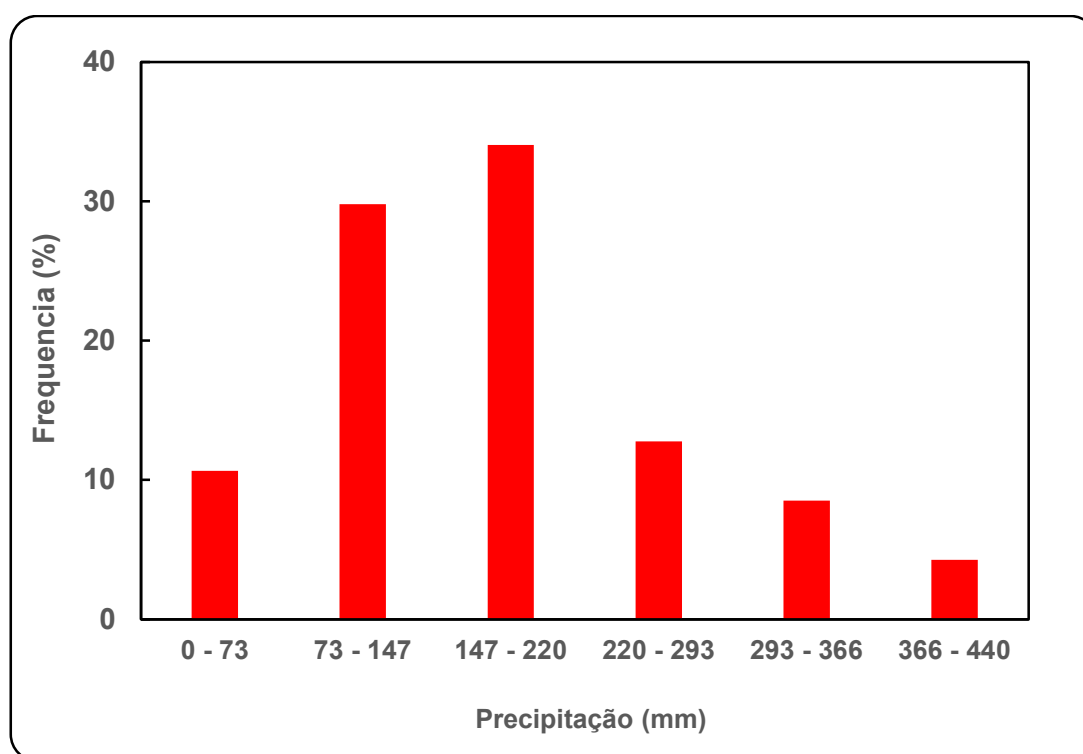
Fonte: dados da pesquisa, 2024

Nas figuras (10) e (11) podemos presenciar o final da estiagem e o início da temporada das chuvas. Apesar de as precipitações mensais típicas estarem na faixa de 50 mm, já é possível observar também precipitações maiores que 100 mm. Precipitações acima de 143 mm esses meses podem ser consideradas como situações anômalas.

Os histogramas mostrados nas figuras (12) e (13) descrevem a distribuição por frequência para as séries históricas da precipitação dos meses de novembro, figura (12) e dezembro figura (13).

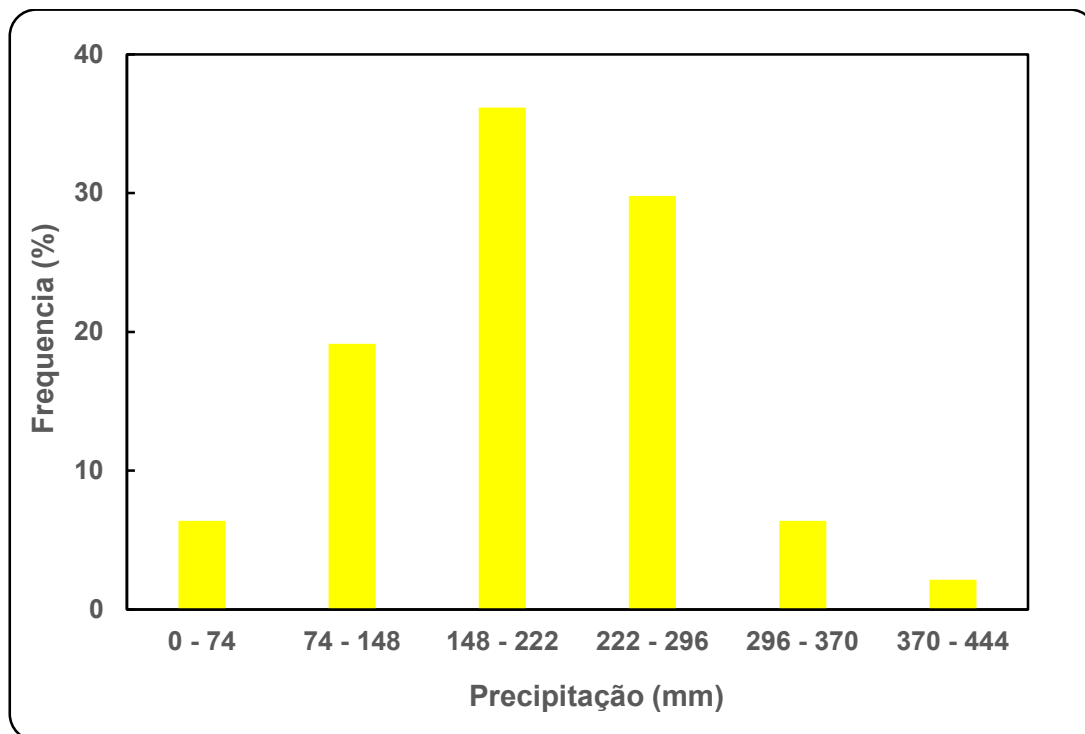
Verifica-se que as maiores quantidades de chuvas no ano ocorrem nesses meses. Entre 147 e 220 mm é a faixa de valores típicos da intensidade da precipitação pluviométrica para novembro e dezembro. Outro fato interessante é que a distribuição desses meses é contínua.

**FIGURA 12 – Histograma - Série histórica de 1977 a 2023 do mês de novembro**



Fonte: dados da pesquisa, 2024

**FIGURA 13 – Histograma - Série histórica de 1977 a 2023 do mês de dezembro**



Fonte: dados da pesquisa, 2024

### **Medidas de posição e dispersão**

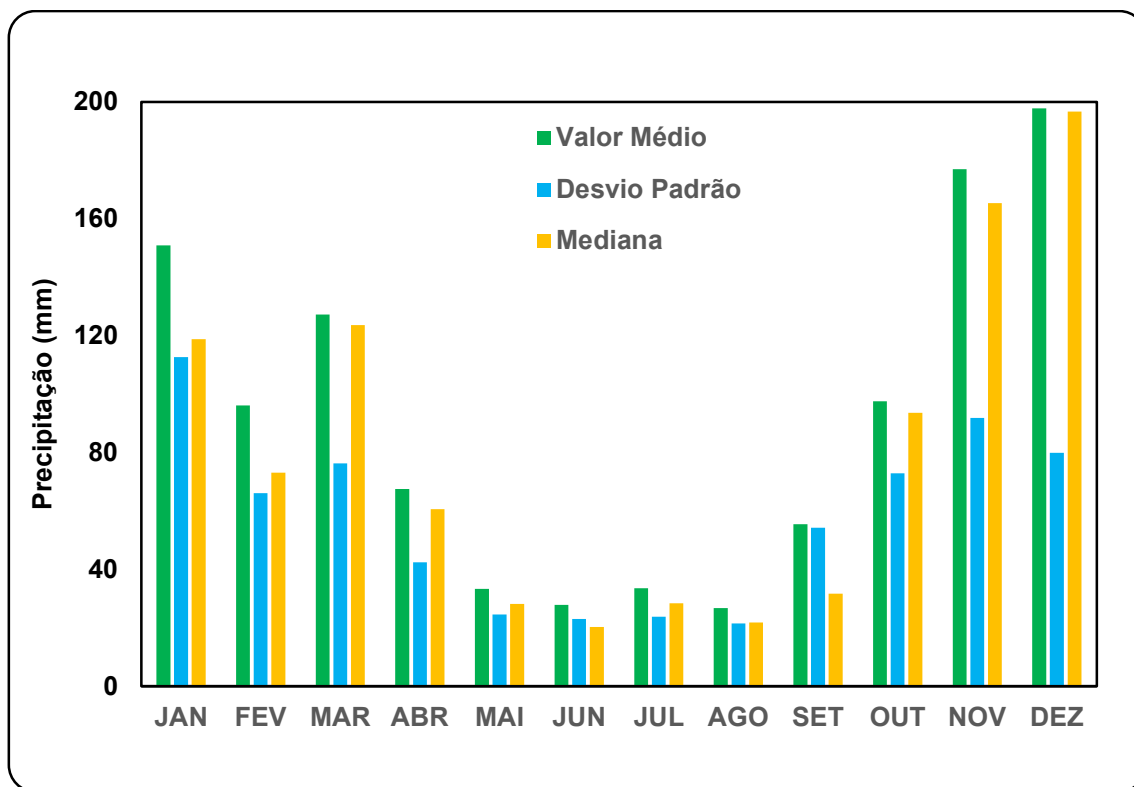
A figura (14) detalha os valores mensais das medidas de posição, a saber: valor médio e mediana e uma medida de dispersão, o desvio padrão. As maiores precipitações ocorrem nos meses de dezembro, 190 mm, seguido por novembro, 170 mm, janeiro acima de 160 mm e março, aproximadamente 120 mm. Os menores valores médios ocorrem nos meses de maio a agosto, com precipitações inferiores a 40 mm.

O valor médio e a mediana em março, abril, novembro e dezembro possuem valores similares, e a desvio padrão proporcionalmente menor em relação à mediana e a média, isso indica que esses meses apresentam menor taxa de dispersão, conseqüente possuem uma menor variabilidade (Oliveira e Chaves, 2012; Almeida e Medeiros, 2017; Caldana *et al.*, 2021; e Oliveira *et al.*, 2021).

Situação oposta aos meses de maio, junho, julho, agosto e setembro, onde podemos observar que a média, mediana e desvio padrão possuem valores próximos, situação essa característica de variedade elevada. Em outras palavras, a ocorrência de chuvas nesse período é bastante irregular. A grande variabilidade dos valores do

desvio padrão pode ser creditada à característica de apresentar grande variabilidade (fonte) dos dados de precipitação pluviométrica.

FIGURA 14 – Histograma - Série da histórica mensal de 1977 a 2023



Fonte: dados da pesquisa, 2024

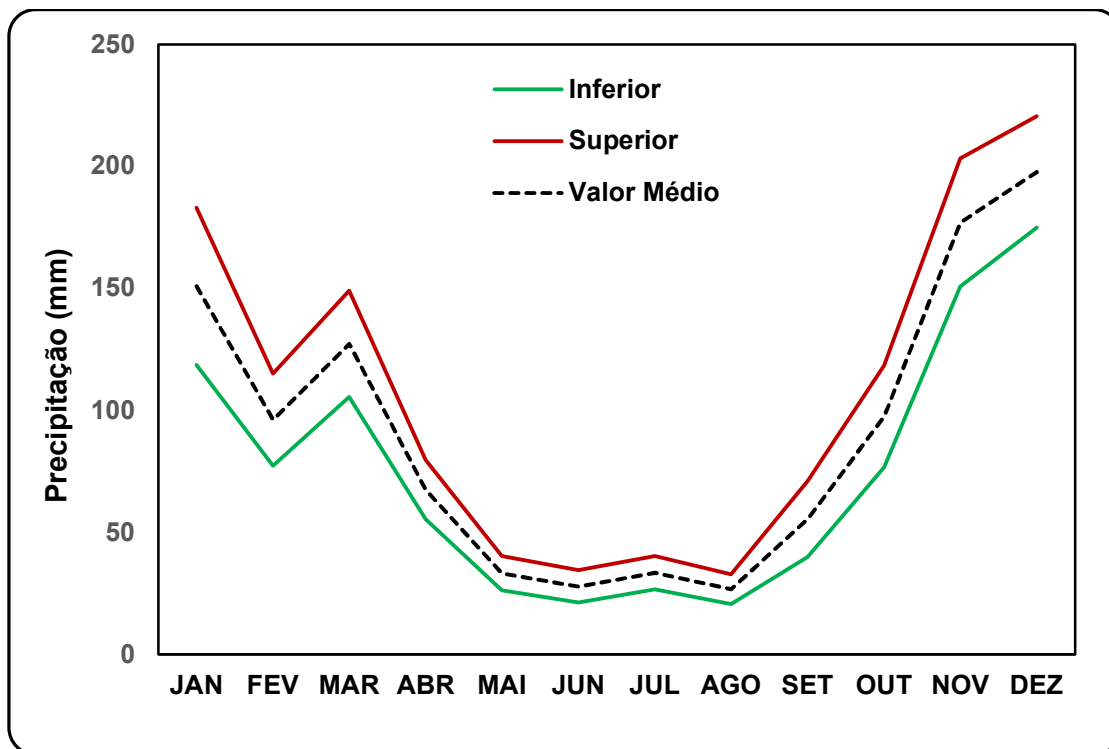
### Intervalo de confiança

O intervalo de confiança para 95% é mostrado na figura (15), e para 99%, na figura (16). Em ambas as figuras, a linha vermelha é o limite superior do intervalo de confiança e a linha verde o inferior, enquanto a linha tracejada mostra o valor médio.

Como o intervalo de confiança indica os valores compatíveis com os dados da amostra de uma população, sua estimativa mostra o nível de confiança, de uma determinada distribuição, logo podemos interpretar as figuras (15) e (16) como sendo as precipitações esperadas para o município de Ladainha – MG, com grau de confiança de 95% e 99%.

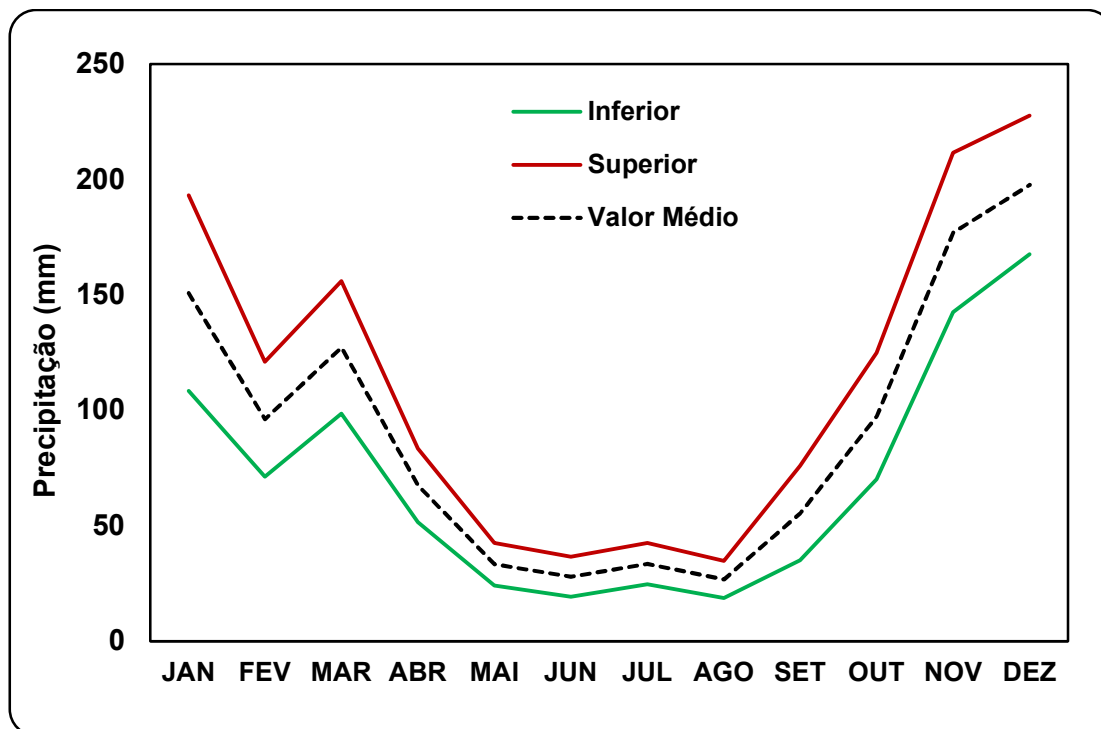
Desta forma, as ocorrências de chuvas que não estejam dentro da faixa esperada podem ser classificadas como anômalas.

FIGURA 15 – Intervalo de Confiança 95%



Fonte: dados da pesquisa, 2024

FIGURA 16 – Intervalo de Confiança 99%



Fonte: dados da pesquisa, 2024

## CONCLUSÃO

O desenvolvimento desse trabalho permitiu realizar uma análise estatística da precipitação e identificar os períodos do ano (meses) secos e chuvosos para o município de Ladainha–MG, com base na série histórica de 46 anos (de 1977 a 2023).

Pode-se, então, estimar o valor médio, mediana, desvio padrão e inferir o intervalo de confiança de 95% e 99%, para todos os meses. Os resultados mostram que os meses mais chuvosos são: novembro ( $176 \pm 89$  mm), dezembro ( $197 \pm 80$  mm), janeiro ( $150 \pm 114$  mm) e março ( $128 \pm 79$ ), já os menos chuvosos são: maio ( $34 \pm 35$  mm), junho ( $27 \pm 24$  mm), julho ( $34 \pm 23$  mm) e agosto ( $27 \pm 23$  mm).

Assim, podemos apontar que a estação chuvosa em Ladainha–MG concentra-se nos meses de novembro a março, e a seca nos meses de maio a agosto. Vale salientar que todos os meses apresentam valores de variabilidade pluviométrica, superiores a 47%, e no caso dos meses de maio ( $34 \pm 35$  mm) e setembro ( $53 \pm 58$  mm), essa variabilidade supera os 100%, pois em ambos os meses o valor do desvio padrão é maior que a média.

A partir do valor médio e do desvio padrão, inferimos o intervalo de confiança de 95%, descrito a seguir: janeiro 117 a 182 mm, fevereiro 74 a 112 mm, março 106 a 151 mm, abril 53 a 79 mm, maio 27 a 41 mm, junho 20 a 34 mm, julho 27 a 40 mm, agosto 21 a 33 mm, setembro 37 a 70 mm, outubro 81 a 123 mm, novembro 150 a 201 mm e dezembro 174 a 220 mm, assim como também o intervalo de confiança de 99% para todos os meses: janeiro 107 a 193 mm, fevereiro 67 a 118 mm, março 98 a 158 mm, abril 49 a 83 mm, maio 24 a 43 mm, junho 18 a 36 mm, julho 25 a 42 mm, agosto 18 a 35 mm, setembro 32 a 75 mm, outubro 74 a 129 mm, novembro 142 a 209 mm e dezembro 167 a 227 mm.

Há muito a sociedade em geral chegou ao consenso de que a precipitação é o principal elemento físico relacionado ao clima, impactando diretamente os processos de gestão ambiental e as atividades econômicas e sociais de uma determinada região. Por conseguinte, esse trabalho, ao realizar a análise pluviométrica, com base na estatística descritiva, propicia melhores condições de planejamento e organização dos diversos setores da sociedade influenciados por esta variável, como a produção agrícola, a construção civil, o abastecimento urbano, entre outros.

Os resultados da análise via estatística descritiva mostram uma alta variabilidade da intensidade pluviométrica no município de Ladainha–MG. Por conseguinte, prosseguiremos esse trabalho aplicando outras ferramentas estatísticas visando obter resultados mais precisos.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Hermes Alves de; MEDEIROS, Everton Araújo. Variabilidade no regime pluvial em duas mesorregiões da Paraíba e sua relação com o fenômeno EL Niño Oscilação Sul. *Journal of Environmental Analysis and Progress*, v. 2, n. 3, p. 177–185, 2017. DOI: 10.24221/jeap.2.3.2017.1340.177-185.

CALDANA, Nathan Felipe da Silva; MARTELÓCIO, Alan Carlos; RUDKE, Anderson Paulo; NITSCHKE, Pablo Ricardo; CARAMORI, Paulo Henrique. Frequência, intensidade e variabilidade pluviométrica na mesorregião sudoeste paranaense. *Revista Brasileira de Climatologia*, v. 25, 2021. DOI: 10.5380/abclima.v25i0.64516. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/rbclima/article/view/14153>. Acesso em: 2 set. 2024.

CABRAL DOS SANTOS, Rubens Hayran; NOGUEIRA RODRIGUES, Miqueias Eudes; RODRIGUES DA SILVA, Edvaldo José; SILVA, Sousa Elvinny. Análise Temporal do Regime Pluviométrico do Município do Congo no Estado da Paraíba. *Revista Geoaraguaia*. v. 13. n. 1. p. 272–287. 2023. Disponível em: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/geo/article/view/14518>. Acesso em: 29 ago. 2024.

CARGNELUTTI FILHO. Alberto; MATZENAUER, Ronaldo; RADIN, Bernadete; MALUF, Jaime Ricardo Tavares; e HAUSER, Lisiane. Dimensionamento da amostra para a estimação da média de precipitação pluvial mensal em diferentes locais do Estado do Rio Grande do Sul. *Ciência Rural*. v. 40. n. 1. p. 12–19. janeiro, 2010.

COLLISCHONN, Walter; DORNELLES, Fernando. *Hidrologia para Engenharia e Ciências Ambientais*. 2. ed. rev. e ampliada. Porto Alegre: Ed. ABRH, 2015. 342 p.

DOS SANTOS, Araújo André; MORAES, Jorge C. E.; EPFANIO, Loureiro Glauber. Avaliação da variabilidade da precipitação pluviométrica da Sub-Bacia 21-Tocantins, entre rios Preto e Paranã no sudeste amazônico. *Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade*. v. 12, n. 25, p. 30–45, 2023.

FÁVERO, Luiz Paulo; BELFIORI, Patrícia. *Manual de análise de dados*. 1. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2017.

HIDROWEB: Sistemas de Informações Hidrogeológicas. Disponível em: <http://hidroweb.ana.gov.br>. Acesso em: 05 maio de 2024.



IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais. Brasília – DF, 2022.

LEVINE, David M.; STEPHAN, David F.; SZABAT, Kathryn A. *Estatística: teoria e aplicações usando o Microsoft Excel*. 5a ed. Rio de Janeiro – RJ. Ed. LTC, 2008.

MONITOR DAS SECAS. Seca se abranda no Centro-Oeste e se intensifica no Norte, Sudeste e Sul. Intensidade do fenômeno fica estável no Nordeste. Disponível em: <https://monitordesecas.ana.gov.br>. Acesso em: 29 agosto de 2024.

NAGHETTINI, Mauro; PINTO, Eber Jose de Andrade. *Hidrologia Estatística*. Belo Horizonte - MG. Ed. CPRM. 2007, 552 p.

PLANO MUNICIPAL DA MATA ATLÂNTICA DE LADAINHA/MG - Disponível em: <https://pmma.etc.br/planos-da-mata-ladainha/>. Acesso em: 29 agosto de 2024.

REIS, Fabio Antônio da Silva; PEREIRA, Liri Lima; AMADO, Franco Dani Rico; STRACIERI, Juliana; LISBOA, Gerson dos Santos. Aplicação da estatística descritiva: análise da precipitação pluviométrica no município de Canavieiras, BA. *Gaia Scientia*, v. 14, n. 3, 2020. DOI: <https://doi.org/10.22478/ufpb.1981-1268.2020v14n3.51721>

OLIVEIRA, Thiago Alves; TAVARES, Camila de Moraes Gomes; SANCHES, Fábio; FERREIRA, Cássia de Castro Martins. Variabilidade Pluviométrica no Município de Juiz de Fora - MG no Período de 191-2018: Investigação a partir da Técnica do Box Prot. *Revista Brasileira de Climatologia*, v. 26, 2021. DOI: <https://doi.org/10.5380/abclima.v26i0.70194>

OLIVEIRA, De Andrad Henrique; CHAVES, Fernandes Raony. Contribuição ao estudo da variabilidade pluviométrica no município de Itaetê-BA. *Revista Geonorte*, v. 3, n. 9, p. 1066 –, 2012.

SANTOS, Francílio de Amorim dos; AQUINO, Cláudia Maria Saboia de. Análise da precipitação pluviométrica no município de Castelo do Piauí, Nordeste do Brasil. *GEOUSP Espaço e Tempo (Online)*, São Paulo, Brasil, v. 21, n. 2, p. 619–633, 2017. DOI: 10.11606/issn.2179-0892.geousp. 2017.123154

SAMPAIO, Nilo; ASSUMPÇÃO, Alzira; BASTOS DA FONSECA, Bernardo. *Estatística Descritiva*. Belo Horizonte. Editora Poisson, 2018. 70p. ISBN: 978-85-93729-90-4. DOI: 10.5935/978-85-93729-90-4.2018B001.

SILVA, Thomas Fernandes da; DE PAIVA, Anderson Luiz; DOS SANTOS, Sylvana Melo. Análise estatística e tendência das precipitações no município de Caruaru - PE. *XXI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos-SBRH*. Brasília. DF. nov., 2015.

SILVA, Eduardo Almeida; MANDÚ, Tiago Bentes. Variabilidade da intensidade da precipitação no período chuvoso em Recife-PE / Rainfall intensity variability in the rainy season in Reef-PE. *Brazilian Journal of Development*, v. 6, n. 9, p. 69045–69053, 2020. DOI: 10.34117/bjdv6n9-376.

SOUSA, Mônica Silva de; PINHEIRO, Rafaela Nazareth; TAVARES, Lígia Conceição; OLIVEIRA, Izabelle Ferreira de; NEVES, Raisal Rodrigues; LUZ MENDES, Rosa Maria; CUNHA, Daniel Santos; MENDES TEIXEIRA, Luiza Carla Girard; FERNANDES, Lindemberg Lima. Análise da estatística descritiva e tendência em uma série histórica pluviométrica no município de São Domingos do Capim/Pará. *XXII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos*. Florianópolis – SC. Dez., 2017.

TUCCI, Carlos Eduardo Morelli. *Hidrologia: Ciência e Aplicação*. 4. ed. Porto Alegre, RS: Ed. UFRGS, 2009. 943p.

TRIOLA, Mario. *Introdução à Estatística*. Rio de Janeiro: LTC, 2005.

Processo de Avaliação por Pares: (*Blind Review* - Análise do Texto Anônimo)

Revista Científica Vozes dos Vales - UFVJM - Minas Gerais - Brasil

[www.ufvjm.edu.br/vozes](http://www.ufvjm.edu.br/vozes)

QUALIS/CAPES - LATINDEX: 22524

ISSN: 2238-6424