

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

EDUARDO PETRUCCI

**CARACTERÍSTICAS DO CLIMA DE UBERLÂNDIA-MG: ANÁLISE DA  
TEMPERATURA, PRECIPITAÇÃO E UMIDADE RELATIVA**

UBERLÂNDIA/MG  
2018

EDUARDO PETRUCCI

**CARACTERÍSTICAS DO CLIMA DE UBERLÂNDIA-MG: ANÁLISE DA  
TEMPERATURA, PRECIPITAÇÃO E UMIDADE RELATIVA**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia do Instituto de Geografia da Universidade Federal de Uberlândia (UFU) como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Geografia.

**Área de concentração:** Geografia e Gestão do Território.

**Orientador:** Prof. Dr. Luiz Antônio de Oliveira

Uberlândia/MG  
INSTITUTO DE GEOGRAFIA  
2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

---

P498c  
2018      Petrucci, Eduardo, 1992-  
                Características do clima de Uberlândia-MG : análise da temperatura,  
                precipitação e umidade relativa / Eduardo Petrucci. - 2018.  
                245 f. : il.

Orientador: Luiz Antônio de Oliveira.  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia,  
Programa de Pós-Graduação em Geografia.  
Disponível em: <http://dx.doi.org/10.14393/ufu.di.2018.143>  
Inclui bibliografia.

1. Geografia - Teses. 2. Climatologia - Teses. 3. Uberlândia (MG) -  
Clima - Teses. I. Oliveira, Luiz Antônio de. II. Universidade Federal de  
Uberlândia. Programa de Pós-Graduação em Geografia. III. Título.

CDU: 910.1

---

Gerlaine Araújo Silva – CRB-6/1408

“If you can’t love yourself, how in the hell you’re gonna love somebody else?”  
(RUPAUL CHARLES)

## **AGRADECIMENTOS**

Em primeiro lugar, agradeço à minha família, meu pai Darci Petrucci, minha mãe Célia Petrucci e meu irmão Davi Petrucci, por todo apoio, todo suporte, por acreditar em mim mesmo quando eu não achava que conseguia. Vocês são maravilhosos, eu amo muito vocês !!

Ao meu orientador Prof. Dr. Luiz Antônio de Oliveira, primeiramente muito obrigado pela paciência, por todas as vezes que teve me explicar a mesma coisa três vezes. Por ter ampliado os meus horizontes da ciência geográfica, especialmente a Climatologia. Tudo que eu aprendi ao longo desses 2 anos de mestrado foi inteiramente novo para mim.

Ao Samuel Alves, Georgia Teixeira, Francielle Castro, Aline Roldão e Patrícia Soares, amigos que a pós-graduação me proporcionou conhecer. Muito obrigado pelos “socorros”, pelas discussões, pelos desabafos, por me acolher em Uberlândia e pela boa convivência nos laboratórios.

Um muito obrigado aos colegas do Laboratório de Climatologia e Recursos Hídricos, em especial a Profª Dra. Camila Carpenedo, coordenadora do laboratório, por toda ajuda, as recomendações que auxiliaram e muito sobre o meu trabalho.

Não posso deixar de agradecer as migas, Rick, Jack maionese, Vinícius paizinho, Breno, Mayara, Priscila, Fred, José Rojas, Chris, por toda a companhia e por todos os longos anos de amizade. Estamos juntos sempre!

Ao pessoal do grupo do facebook Bolsistas Capes – Tinder Capes, por proporcionar o compartilhamento de tanta informação e muitos momentos de descontração também (SN tour), aliviando essa tensão que a pós-graduação causa. E também o pessoal da Capes-Uberlândia, José, Wenderson, Leandro, Larissa, Roberta, Lauro, Lucas, Paulo, todo mundo, amei conhecer vocês.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal do Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro da pesquisa, através de bolsa de estudos.

Enfim, a todas às pessoas que eu conheci, dei risadas, discuti, briguei, estudei, muito obrigado, todos vocês contribuíram de alguma forma para a construção e desenvolvimento desse trabalho.

## RESUMO

O objetivo deste trabalho é analisar o comportamento das variáveis temperatura, umidade relativa do ar e precipitação da cidade de Uberlândia/MG. Foram utilizados dados diários das referidas variáveis, registrados pela Estação Meteorológica Convencional de Uberlândia, nº 83.257. No tratamento inicial, foi realizada organização e tabulação dos dados, tendo-se feito a validação e preenchimento de falhas. Posteriormente foi realizada estatística descritiva dos dados: valores mensais, anuais e quinquenais da temperatura média (máximo, média e mínimo), temperatura máxima (máxima absoluta e média), temperatura mínima (mínimo absoluto e média), umidade relativa do ar média (máximo, média e mínima), umidade relativa máxima (máxima e média) e umidade relativa mínima (mínimo e média) e as precipitações máximas diárias e totais anuais. Análise de frequência utilizando o método da Curva de Permanência permitiu identificar variações inter-quinquenais. Na distribuição de probabilidades de chuvas e construção do I-D-F e da Equação de Chuvas Intensas para a cidade os dados foram ajustados com a função densidade de probabilidade de Gumbel. Os resultados apontam que há tendências positivas (aumento) nos valores de Temperatura Máxima absoluta, com média do período de 35,9°C e amplitude de 3,1°C, e valores médios das décadas de 1980, 34,4°C, 1990, 35,5°C, 2000, 36,1°C e 2010 com 37,5°C; Temperatura Mínima, com média do período 7,3°C e amplitude de 3,6°C, e valores médios das décadas de 1980, 5,4°C, 1990, 6,7°C, 2000, 7,9°C e 2010 com 9°C; Temperatura Média, com média do período de 22,6°C e amplitude de 1,4°C, e valores médios das décadas de 1980, 22°C, 1990, 22,6°C, 2000, 22,8°C e 2010 com 23,4°C. Tendência negativa (redução) nos valores de Umidade Relativa Mínima, com média do período de 34% e amplitude de 10,8%, e valores médios das décadas de 1980 com 39,6%, 1990 com 34,4%, 2000 com 32,4% e 2010 com 28,8; Umidade Relativa Máxima sensível redução de 1,1%; e Umidade relativa Média, com média do período de 68% e amplitude de 5%, valores médios das décadas de 1980 com 70%, 1990 com 69%, 2000 com 68% e 2010 com 65%. Para a precipitação, nos últimos anos tem se registrado chuvas abaixo da média do período histórico que é de 1487 mm, e médias das décadas de 1980 de 1593 mm, 1990 com 1490 mm, 2000 com 1560 mm e 2010 com 1269 mm. A partir da década de 2010 foram intensificadas as sequências de dias sem chuva na estação chuvosa e sequências de dias sem chuva cada vez maiores. A partir do cálculo de equação de chuvas intensas e curvas I-D-F, foram encontrados os valores da constante de regressão “a” =330,4083, coeficiente de regressão “b” 0,1452 e média dos coeficientes de regressão para todos os retornos “c”  $c = -0,6164$ , resultando na Equação de Chuvas Intensas:  $I = (330,4083 \times T^{0,1452})/t^{0,6164}$ . Pelo gráfico I-D-F, são esperadas chuvas mais intensas nas primeiras horas de duração para períodos de retornos mais longos, por exemplo, para retorno de 100 anos, são esperadas chuvas com intensidade de 109 mm/h nos primeiros 15 minutos de duração do evento.

**PALAVRAS-CHAVE:** Estatística de dados; Curva de Permanência; Curvas I-D-F; Equação de chuvas intensas; Uberlândia-MG.

## ABSTRACT

The objective of this work is to analyze the behavior of the varying temperatures, relative humidity and precipitation of the city of Uberlândia / MG. Daily data of these variables were used, recorded by the Uberlândia Conventional Weather Station, No. 83.257. In the initial steps, the data were organized and tabulated, with validation and filling in of the faults realized. Subsequently, a descriptive statistical analysis was performed: monthly, annual and quinquennial values of the mean temperature (maximum, average and minimum), maximum temperature (absolute maximum and average), minimum temperature (absolute minimum and average), relative humidity (maximum and average) and minimum relative humidity (minimum and average), and the maximum in 24 hours and total annual precipitation. Frequency analysis using the Permanence Curve method allowed the identification of inter-quinquennial variations. In the distribution of rainfall probabilities and construction of the I-D-F curves and the Intense Rainfall Equation for the city, the data were adjusted with Gumbel's probability density function. The results indicate that there are positive trends (increase) in absolute maximum temperature values, with a mean of 35.9 °C and a amplitude of 3.1 °C, and mean values of the 1980s, 34.4 °C, 1990, 35.5 °C, 2000, 36.1 °C and 2010 with 37.5 °C; Minimum temperature, with a mean temperature of this period of 7.3 °C and amplitude of 3.6°, and mean values of the 1980s , 5.4 °C, 1990, 6.7 °C, 2000, 7.9 °C, and 2010 with 9°C; Mean temperature, with a mean in this period of 22,6°C and a amplitude of 1,4°C, and mean values of the 1980s, 22°C, 1990, 22,6°C, 2000, 22,8°C and 2010 with 23,4°C. Negative trend (reduction) in the values of Minimum Relative Humidity, with an average of 34% and amplitude of 10.8%, and average values of the 1980s with 39.6%, 1990 with 34.4%, 2000 with 32,4% and 2010 with 28.8%; Maximum Relative Humidity with a sensitive reduction of 1.1%; and Average Relative Humidity, with mean of 68% and amplitude of 5%, average values of the 1980s with 70%, 1990 with 69%, 2000 with 68% and 2010 with 65%. Concerning precipitation, in the last years rainfall has been registered below the average of the historical period that is of 1487 mm, and mean values of the decades of 1980 of 1593 mm, 1990 with 1490 mm, 2000 with 1560 mm and 2010 with 1269 mm. From the decade of 2010 the sequences of days without rainfall in the rainy season and sequences of days without rainfall were intensified. From the calculation of the intense rainfall equation and IDF curves, the values of the regression constant "a" = 330.4083, regression coefficient "b" 0.1452 and mean of the regression coefficients for all returns "c" "C = -0.6164, resulting in the Intense Rainfall Equation:  $I = (330.4083 \times T^{0.1452}) / t^{-0.6164}$ . Through the I-D-F graph, more intense rains are expected in the first few hours of duration for periods of longer returns, for example, for 100-year returns, rainfall of 109 mm / h is expected in the first 15 minutes of the event.

**KEYWORDS:** Data statistics; Permanence Curve; I-D-F curves; Intense Rainfall Equation; Uberlândia-MG.

## **LISTA DE SÍMBOLOS, ABREVIACÕES E SIGLAS**

- °C – Graus Celsius
- ASAS – Alta Subtropical do Atlântico Sul
- BDMEP – Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa
- CCMs – Complexos Convectivos de Mesoescala
- FPA – Frente Polar Atlântica
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
- INMET – Instituto Nacional de Meteorologia
- INW – Linhas de Instabilidade de Noroeste
- IT – Linhas de Instabilidade Tropical
- JBN – Jatos de Baixos Níveis
- JP – Jato Polar
- JST – Jato Subtropical ou Jatos de Altos Níveis
- LCRH – Laboratório de Climatologia e Recursos Hídricos
- LI – Linhas de Instabilidade
- mEa – massa Equatorial atlântica
- mEc – massa Equatorial continental
- MP – Massa Polar
- mPa – massa Polar atlântica
- MPA – Massa Polar Atlântica
- MPP – Massa Polar Pacífica
- mTa – massa Tropical atlântica
- mTac – massa Tropical atlântica continentalizada
- mTc – massa Tropical continental
- NO-NE – Noroeste-Nordeste
- NO-SE – Noroeste-Sudeste
- Q – Quinquênio
- UFU – Universidade de Uberlândia
- URM – Umidade Relativa Média
- ZCAS – Zona de Convergência do Atlântico Sul
- ZCIT – Zona de Convergência Intertropical

## LISTA DE EQUAÇÕES

(Equação 1).....	65
(Equação 2).....	66
(Equação 3).....	66
(Equação 4).....	67
(Equação 5).....	70
(Equação 6).....	71
(Equação 7).....	71
(Equação 8).....	72
(Equação 9).....	72
(Equação 10).....	74
(Equação 11).....	75
(Equação 12).....	75
(Equação 13).....	76
(Equação 14).....	78
(Equação 15).....	79
(Equação 16).....	80
(Equação 17).....	80
(Equação 18).....	80
(Equação 19).....	81
(Equação 20).....	81
(Equação 21).....	81
(Equação 22).....	82
(Equação 23).....	118
(Equação 24).....	120
(Equação 25).....	190
(Equação 26).....	191
(Equação 27).....	191
(Equação 28).....	191
(Equação 29).....	192
(Equação 30).....	193
(Equação 31).....	193

(Equação 32).....	193
(Equação 33).....	195
(Equação 34).....	197
(Equação 35).....	207
(Equação 36).....	207
(Equação 37).....	208
(Equação 38).....	210

## **LISTA DE FIGURAS**

Figura 1: Esquema básico da circulação geral da atmosfera, com destaque para as células de circulação vertical e ventos próximos à superfície terrestre.....	29
Figura 2: Exemplo da aplicação das funções lógicas “SE” para dias com chuva, sem chuva e sequência de dias sem chuva, nos dados diários de precipitação de Uberlândia-MG.....	121

## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 1: Classificação das massas de ar segundo Borsato (2016).....	37
Quadro 2: Classificações climáticas sobre área de estudo .....	60
Quadro 3: Síntese dos coeficientes de determinação ( $r^2$ ) das regressões e equações da linha de tendência para diversos tipos de linha, em função do período de retorno.....	198

## **LISTA DE MAPAS**

Mapa 1 - Localização do município de Uberlândia-MG .....	55
--	----

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1: Temperatura e precipitação média de Uberlândia-MG de 1981-2015 .....	61
Tabela 2: Coeficientes de Determinação ( $r^2$ ) das variáveis Temperaturas Máxima, Média e Mínima, Umidade Relativa e Precipitação com as estações convencionais próximas à estação de Uberlândia-MG .....	84

Tabela 3: Coeficiente de Determinação das variáveis Temperaturas Máxima e Mínima diárias com a estação automática de Uberlândia-MG .....	86
Tabela 4: Sumário dos eventos anuais mais significativos de temperatura máxima absoluta de Uberlândia-MG de 1981-2015.....	89
Tabela 5: Sumário das médias anuais de temperatura máxima de Uberlândia-MG de 1981-2015 .....	91
Tabela 6: Sumário dos eventos anuais mais significativos de temperatura mínima absoluta de Uberlândia-MG de 1981-2015.....	93
Tabela 7: Temperaturas mínimas, média anual de Uberlândia-MG de 1981-2015.....	95
Tabela 8: Sumário da temperatura média anual de Uberlândia-MG de 1981-2015 .....	97
Tabela 9: Sumário da temperatura média máxima de Uberlândia-MG de 1981-2015.....	99
Tabela 10: Sumário da temperatura média mínima de Uberlândia-MG de 1981-2015 .....	101
Tabela 11: Sumário da umidade relativa mínima diária do município de Uberlândia-MG de 1981-2015 .....	104
Tabela 12: Sumário dos eventos de umidade relativa máxima diária de Uberlândia-MG de 1981-2015 .....	107
Tabela 13: Umidade relativa média anual de Uberlândia-MG de 1981-2015.....	109
Tabela 14: Sumário da maior altura pluviométrica de 24 horas em cada ano de Uberlândia-MG de 1981-2015 .....	114
Tabela 15: Sumário da precipitação total anual do município de Uberlândia-MG de 1981-2015 .....	116
Tabela 16: Sumário das somas dos dias com chuva e sem chuva de todos os meses de janeiro de 1981 a 2015.....	122
Tabela 17: Sumário das somas dos dias com chuva e sem chuva de todos os meses de fevereiro de 1981 a 2015.....	124
Tabela 18: Sumário das somas dos dias com chuva e sem chuva de todos os meses de março de 1981 a 2015 .....	127
Tabela 19: Sumário das somas dos dias com chuva e sem chuva de todos os meses de abril de 1981 a 2015 .....	129
Tabela 20: Sumário das somas dos dias com chuva e sem chuva de todos os meses de maio de 1981 a 2015 .....	131
Tabela 21: Sumário das somas dos dias com chuva e sem chuva de todos os meses de junho de 1981 a 2015 .....	133

Tabela 22: Sumário das somas dos dias com chuva e sem chuva de todos os meses de julho de 1981 a 2015 .....	135
Tabela 23: Sumário das somas dos dias com chuva e sem chuva de todos os meses de agosto de 1981 a 2015.....	137
Tabela 24: Sumário das somas dos dias com chuva e sem chuva de todos os meses de setembro de 1981 a 2015.....	139
Tabela 25: Sumário das somas dos dias com chuva e sem chuva de todos os meses de outubro de 1981 a 2015.....	141
Tabela 26: Sumário das somas dos dias com chuva e sem chuva de todos os meses de novembro de 1981 a 2015.....	143
Tabela 27: Sumário das somas dos dias com chuva e sem chuva de todos os meses de dezembro de 1981 a 2015.....	146
Tabela 28: Sumário dos acumulados anuais dos números de dias com chuva e sem chuva de Uberlândia-MG, série histórica de 1981-2015 .....	148
Tabela 29: Número de sequências de dias sem chuva nos meses de Dez/Jan e quantidade de dias que representam a maior sequência, de Uberlândia-MG, de 1981 a 2015.....	151
Tabela 30: Comparações entre quinquênios dos intervalos e ocorrências dos extremos máximos de Temperatura Média de Uberlândia-MG .....	160
Tabela 31: Comparações entre quinquênios dos intervalos e ocorrências dos extremos mínimos de Temperatura Média de Uberlândia-MG .....	160
Tabela 32: Comparações entre quinquênios dos intervalos e ocorrências dos extremos de Temperatura Máxima de Uberlândia-MG .....	164
Tabela 33: Comparações entre quinquênios dos intervalos e ocorrências dos extremos de Temperatura Mínima de Uberlândia-MG.....	169
Tabela 34: Comparações entre quinquênios dos intervalos e ocorrências dos extremos máximos de Umidade Relativa Média de Uberlândia-MG .....	174
Tabela 35: Comparações entre quinquênios dos intervalos e ocorrências dos extremos mínimos de Umidade Relativa Média de Uberlândia-MG .....	174
Tabela 36: Comparações entre quinquênios dos intervalos e ocorrências de extremos de Umidade Relativa Mínima de Uberlândia-MG .....	179
Tabela 37: Comparações entre quinquênios dos intervalos e ocorrências de extremos em 24 horas de Precipitação de Uberlândia-MG.....	184
Tabela 38: Totais mensais e anual da precipitação de Uberlândia-MG, de 1981-2015 .....	188

Tabela 39: Maiores eventos chuvosos mensais e respectiva máxima de 24 h de cada ano....	189
Tabela 40: Cálculo das lâminas de Precipitação máxima e respectiva probabilidade para os distintos períodos de retorno.....	192
Tabela 41: Coeficiente de precipitação que representam a desagregação .....	194
Tabela 42: Precipitação Máxima (mm) para diferentes tempos de duração (horas) em função do período de retorno.....	194
Tabela 43: Intensidade de chuva (mm/h) segundo a Duração (min) e Período de Retorno (anos)	
.....	196
Tabela 44: Valores de A e B para retorno de 2 anos .....	199
Tabela 45: Valores de A e B para retorno de 5 anos .....	200
Tabela 46: Valores de A e B para Retorno de 10 anos.....	201
Tabela 47: Valores de A e B para retorno de 25 anos .....	202
Tabela 48: Valores de A e B para retorno de 50 anos .....	203
Tabela 49: Valores de A e B para retorno de 75 anos .....	204
Tabela 50: Valores de A e B para retorno de 100 anos .....	205
Tabela 51: Valores de A e B para retorno de 500 anos .....	206
Tabela 52: Sumário das variáveis A e B para os diferentes Períodos de Retorno.....	207
Tabela 53: Valores de A', B' e Ln(A') geral para todos os períodos de retorno .....	209
Tabela 54: Tabela de I-D-F para as chuvas intensas de Uberlândia-MG.....	210

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Climograma da cidade de Uberlândia-MG, série histórica de 1981 a 2015. ....	61
Gráfico 2: Dispersão dos dados de Temperatura Média entre as estações de Uberlândia-MG e Catalão-GO, no período de 1981 a 2015 .....	85
Gráfico 3 - Dispersão dos dados de Temperatura Máxima diária entre as estações Automática e Convencional de Uberlândia-MG, no período de 2009 a 2015 .....	87
Gráfico 4: Dispersão dos dados de Temperatura Mínima diária entre as estações Automática e Convencional de Uberlândia-MG, no período de 2009 a 2015 .....	87
Gráfico 5: Temperatura máxima absoluta de Uberlândia-MG de 1981-2015.....	90
Gráfico 6: Temperaturas máximas, média anual de Uberlândia-MG de 1981-2015.....	92
Gráfico 7: Temperatura mínima absoluta de Uberlândia-MG nos anos de 1981-2015.....	94

Gráfico 8: Temperatura mínima, média anual de Uberlândia-MG de 1981-2015 .....	96
Gráfico 9: Temperatura média anual de Uberlândia-MG de 1981-2015.....	98
Gráfico 10: Temperatura média máxima diária de Uberlândia-MG de 1981-2015 .....	100
Gráfico 11: Temperatura média mínima diária de Uberlândia-MG de 1981-2015 .....	102
Gráfico 12: Dispersão dos dados diários de Umidade Relativa Média entre as estações convencionais de Uberlândia-MG e Catalão-GO, no período de 1981-2015.....	104
Gráfico 13: Umidade relativa mínima diária de Uberlândia-MG de 1981-2015 .....	106
Gráfico 14: Umidade relativa máxima diária de Uberlândia-MG de 1981-2015.....	108
Gráfico 15: Umidade relativa média anual de Uberlândia-MG de 1981-2015 .....	110
Gráfico 16: Dispersão dos dados diários de Precipitação entre as estações convencionais de Uberlândia-MG e Araxá-MG, no período de 1981 a 2015.....	112
Gráfico 17: Dispersão dos dados diários de Precipitação entre as estações de convencionais de Uberlândia-MG e Catalão-GO, no período de 1981 a 2015.....	113
Gráfico 18: Dispersão dos dados de Precipitação entre as estações convencionais de Uberlândia-MG e Uberaba-MG, no período de 1981 a 2015 .....	113
Gráfico 19: Maiores alturas pluviométricas de 24 horas de Uberlândia de 1981-2015 .....	115
Gráfico 20: Precipitação total anual de Uberlândia-MG de 1981-2015 .....	117
Gráfico 21: Soma do número de dias com e sem chuvas dos meses de janeiro de 1981 a 2015, de Uberlândia-MG .....	124
Gráfico 22: Soma do número de dias com e sem chuvas dos meses de fevereiro de 1981 a 2015, de Uberlândia-MG .....	126
Gráfico 23: Soma do número de dias com e sem chuvas dos meses de março de 1981 a 2015, de Uberlândia-MG .....	128
Gráfico 24: Soma do número de dias com e sem chuvas dos meses de abril de 1981 a 2015, de Uberlândia-MG.....	130
Gráfico 25: Soma do número de dias com e sem chuvas dos meses de maio de 1981 a 2015, de Uberlândia-MG.....	132
Gráfico 26: Soma do número de dias com e sem chuvas dos meses de junho de 1981 a 2015, de Uberlândia-MG.....	134
Gráfico 27: Soma do número de dias com e sem chuvas dos meses de julho de 1981 a 2015, de Uberlândia-MG.....	136
Gráfico 28: Soma do número de dias com e sem chuvas dos meses de agosto de 1981 a 2015, de Uberlândia-MG .....	138

Gráfico 29: Soma do número de dias com e sem chuvas dos meses de setembro de 1981 a 2015, de Uberlândia-MG .....	140
Gráfico 30: Soma do número de dias com e sem chuvas dos meses de outubro de 1981 a 2015, de Uberlândia-MG .....	142
Gráfico 31: Soma do número de dias com e sem chuvas dos meses de novembro de 1981 a 2015, de Uberlândia-MG .....	145
Gráfico 32: Soma do número de dias com e sem chuvas dos meses de dezembro de 1981 a 2015, de Uberlândia-MG .....	147
Gráfico 33: Acumulados anuais do número de dias com e sem chuvas, período de 1981-2015, de Uberlândia-MG .....	149
Gráfico 34: Número de sequências de dias sem chuva entre os meses de dezembro e janeiro para Uberlândia-MG, de 1981-2015.....	152
Gráfico 35: Curva de Permanência para a Temperatura Média de Uberlândia-MG no 1º quinquênio, de 1981 a 1985.....	156
Gráfico 36: Curva de Permanência para a Temperatura Média de Uberlândia-MG no 2º quinquênio, de 1986 a 1990.....	156
Gráfico 37: Curva de Permanência para a Temperatura Média de Uberlândia-MG no 3º quinquênio, de 1991 a 1995.....	157
Gráfico 38: Curva de Permanência para a Temperatura Média de Uberlândia-MG no 4º quinquênio, de 1996 a 2000.....	157
Gráfico 39: Curva de Permanência para a Temperatura Média de Uberlândia-MG no 5º quinquênio, de 2001 a 2005.....	158
Gráfico 40: Curva de Permanência para a Temperatura Média de Uberlândia-MG no 6º quinquênio, de 2006 a 2010.....	158
Gráfico 41: Curva de Permanência para a Temperatura Média de Uberlândia-MG no 7º quinquênio, de 2010 a 2015.....	159
Gráfico 42: Curva de Permanência para a Temperatura Máxima de Uberlândia-MG no 1º quinquênio, de 1981 a 1985.....	161
Gráfico 43: Curva de Permanência para a Temperatura Máxima de Uberlândia-MG no 3º quinquênio, de 1991 a 1995.....	162
Gráfico 44: Curva de Permanência para a Temperatura Máxima de Uberlândia-MG no 4º quinquênio, de 1996 a 2000.....	162

Gráfico 45: Curva de Permanência para a Temperatura Máxima de Uberlândia-MG no 5º quinquênio, de 2001 a 2005.....	163
Gráfico 46: Curva de Permanência para a Temperatura Máxima de Uberlândia-MG no 6º quinquênio, de 2006 a 2010.....	163
Gráfico 47: Curva de Permanência para a Temperatura Máxima de Uberlândia-MG no 7º quinquênio, de 2011 a 2015.....	164
Gráfico 48: Curva de Permanência para a Temperatura Mínima de Uberlândia-MG no 1º quinquênio, de 1981 a 1985.....	166
Gráfico 49: Curva de Permanência para a Temperatura Mínima de Uberlândia-MG no 3º quinquênio, de 1991 a 1995.....	166
Gráfico 50: Curva de Permanência para a Temperatura Mínima de Uberlândia-MG no 4º quinquênio, de 1996 a 2000.....	167
Gráfico 51: Curva de Permanência para a Temperatura Mínima de Uberlândia-MG no 5º quinquênio, de 2001 a 2005.....	167
Gráfico 52: Curva de Permanência para a Temperatura Mínima de Uberlândia-MG no 6º quinquênio, de 2006 a 2010.....	168
Gráfico 53: Curva de Permanência para a Temperatura Mínima de Uberlândia-MG no 7º quinquênio, de 2010 a 2015.....	168
Gráfico 54: Curva de Permanência para a Umidade Relativa Média de Uberlândia-MG no 1º quinquênio, de 1981 a 1985.....	170
Gráfico 55: Curva de Permanência para a Umidade Relativa Média de Uberlândia-MG no 3º quinquênio, de 1991 a 1995.....	171
Gráfico 56: Curva de Permanência para a Umidade Relativa Média de Uberlândia-MG no 4º quinquênio, de 1996 a 2000.....	171
Gráfico 57: Curva de Permanência para a Umidade Relativa Média de Uberlândia-MG no 5º quinquênio, de 2001 a 2005.....	172
Gráfico 58: Curva de Permanência para a Umidade Relativa Média de Uberlândia-MG no 6º quinquênio, de 2006 a 2010.....	172
Gráfico 59: Curva de Permanência para a Umidade Relativa Média de Uberlândia-MG no 7º quinquênio, de 2011 a 2015.....	173
Gráfico 60: Curva de Permanência para a Umidade Relativa Mínima de Uberlândia-MG no 1º quinquênio, de 1981 a 1985.....	176

Gráfico 61: Curva de Permanência para a Umidade Relativa Mínima de Uberlândia-MG no 3º quinquênio, de 1991 a 1995.....	176
Gráfico 62: Curva de Permanência para a Umidade Relativa Mínima de Uberlândia-MG no 4º quinquênio, de 1996 a 2000.....	177
Gráfico 63: Curva de Permanência para a Umidade Relativa Mínima de Uberlândia-MG no 5º quinquênio, de 2001 a 2005.....	177
Gráfico 64: Curva de Permanência para a Umidade Relativa Mínima de Uberlândia-MG no 6º quinquênio, de 2006 a 2010.....	178
Gráfico 65: Curva de Permanência para a Umidade Relativa Mínima de Uberlândia-MG no 7º quinquênio, de 2011 a 2015.....	178
Gráfico 66: Curva de Permanência para a Precipitação de 24 horas de Uberlândia-MG no 1º quinquênio, de 1981 a 1985.....	181
Gráfico 67: Curva de Permanência para as Precipitação de 24 horas de Uberlândia-MG no 3º quinquênio, de 1991 a 1995.....	181
Gráfico 68: Curva de Permanência para a Precipitação de 24 horas de Uberlândia-MG no 4º quinquênio, de 1996 a 2000.....	182
Gráfico 69: Curva de Permanência para a Precipitação de 24 horas de Uberlândia-MG no 5º quinquênio, de 2001 a 2005.....	182
Gráfico 70: Curva de Permanência para a Precipitação de 24 horas de Uberlândia-MG no 6º quinquênio, de 2006 a 2010.....	183
Gráfico 71: Curva de Permanência para a Precipitação de 24 horas de Uberlândia-MG no 7º quinquênio, de 2011 a 2015.....	183
Gráfico 72: Intensidade estimada para período de retorno de 2 anos, acumulado de 24 horas (1440 minutos).....	199
Gráfico 73: Intensidade estimada para período de retorno de 5 anos, acumulado de 24 horas (1440 minutos).....	200
Gráfico 74: Intensidade estimada para período de retorno de 10 anos, acumulado de 24 horas (1440 minutos).....	201
Gráfico 75: Intensidade estimada para período de retorno de 25 anos, acumulado de 24 horas (1440 minutos).....	202
Gráfico 76: Intensidade estimada para período de retorno de 50 anos, acumulado de 24 horas (1440 minutos).....	203

Gráfico 77: Intensidade estimada para período de retorno de 75 anos, acumulado de 24 horas (1440 minutos).....	204
Gráfico 78: Intensidade estimada para período de retorno de 100 anos, acumulado de 24 horas (1440 minutos).....	205
Gráfico 79: Intensidade estimada para período de retorno de 500 anos, acumulado de 24 horas (1440 minutos).....	206
Gráfico 80: Regressão entre as constantes de regressão “d” observadas e modeladas para todos os períodos de retorno .....	209
Gráfico 81: Curvas I-D-F das Chuvas Intensas de Uberlândia-MG.....	211

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	22
1.1. OBJETIVO GERAL.....	24
1.1.1. Objetivos específicos .....	25
2 DINÂMICA ATMOSFÉRICA .....	26
2.1. Circulação geral da atmosfera.....	27
2.2. Dinâmica atmosférica no Brasil.....	29
2.2.1. Alta Subtropical do Atlântico Sul (ASAS).....	31
2.2.2. Frentes .....	32
2.2.3. Jato Subtropical ou Jatos de Altos Níveis (JST).....	35
2.2.4. Massa de Ar .....	36
2.2.4.1. <i>Massa Polar Atlântica (mPa)</i> .....	38
2.2.4.2. <i>Massa Tropical Atlântica (mTa)</i> .....	39
2.2.4.3. <i>Massa Equatorial Continental (mEc)</i> .....	40
2.2.4.4. <i>Massa Tropical Continental (mTc)</i> .....	43
2.2.4.5. <i>Massa Equatorial Atlântica (mEa)</i> .....	44
2.2.5. Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) .....	46
2.2.6. Complexos Convectivos de Mesoescala (CCMs) .....	48
2.2.7. Linhas de Instabilidade (LI) .....	50
2.3. Dinâmica atmosférica que influencia o clima regional.....	52
3. LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO .....	55
3.1. Localização da área de estudo .....	55
3.2. Caracterização física de Uberlândia-MG.....	56
3.2.1. Geomorfologia.....	56
3.2.2. Geologia .....	58
3.2.3. Clima .....	59
3.2.3.1. <i>Características climáticas de Uberlândia-MG</i> .....	61
4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS .....	63
4.1. Obtenção dos dados e tratamento dos dados .....	63
4.2. Representação numérica de variáveis.....	67
4.3. Medidas Básicas .....	69
4.4. Medidas de posição .....	70
4.5. Medidas de dispersão .....	72
4.6. Curva de Permanência .....	73

4.7.	Determinação do período de estiagem.....	75
4.8.	I-D-F (Intensidade-Duração-Frequência) e equação de chuvas intensas .....	78
5.	RESULTADOS E DISCUSSÕES .....	83
5.1.	TEMPERATURA .....	89
5.1.1.	Temperaturas máximas (máxima absoluta anual) .....	89
5.1.2.	Temperaturas máximas (média anual).....	91
5.1.3.	Temperaturas mínimas (mínima absoluta anual) .....	93
5.1.4.	Temperaturas mínimas (média anual) .....	95
5.1.5.	Temperatura média anual .....	97
5.1.6.	Temperatura média máxima .....	99
5.1.7.	Temperatura média mínima.....	101
5.2.	UMIDADE RELATIVA.....	103
5.2.1.	Umidade relativa mínima .....	104
5.2.2.	Umidade relativa máxima.....	106
5.2.3.	Umidade relativa média.....	109
5.3.	PRECIPITAÇÃO.....	112
5.3.1.	Precipitação máxima de 24 horas (1 dia).....	114
5.3.2.	Precipitação total anual.....	116
5.4.	CONTAGEM DE DIAS COM E SEM CHUVA E IDENTIFICAÇÃO DOS VERANICOS .....	118
5.4.13.	Acumulados anuais de dias com e sem chuvas .....	148
4.4.14.	Identificação e contagem de sequências de dias sem chuva no período chuvoso	
	150	
5.5.	CURVA DE PERMANÊNCIA .....	154
5.5.1.	Comparações das variáveis por quinquênio .....	155
5.5.1.1.	<i>Temperatura média (máximos e mínimos)</i> .....	155
5.5.1.2.	<i>Temperatura Máxima</i> .....	161
5.5.1.3.	<i>Temperatura Mínima</i> .....	165
5.5.1.4.	<i>Umidade Relativa Média (máximos e mínimos)</i> .....	170
5.5.1.5.	<i>Umidade Relativa Mínima</i> .....	175
5.5.1.6.	<i>Precipitação</i> .....	180
5.6.	INTENSIDADE, DURAÇÃO E FREQUÊNCIA (IDF) .....	186
6.	CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	212
7.	REFERÊNCIAS .....	219

8. ANEXOS .....	227
8.1. ANEXO A - Tabela sobre as temperaturas da cidade de Uberlândia-MG de 1981-2015.	227
8.2. ANEXO B – Tabela sobre as umidades relativas da cidade de Uberlândia-MG de 1981-2015.....	235
8.3. ANEXO C – Tabela sobre as precipitações da cidade de Uberlândia-MG de 1981-2015	239
8.4. ANEXO D – Tabela sobre as quantidades de dias sem chuvas e com chuva da cidade de Uberlândia-MG, de 1981-2015.....	242

## 1 INTRODUÇÃO

---

A distribuição dos elementos do clima – temperatura, umidade e precipitação - no tempo e no espaço não é uniforme, imprimindo características climáticas que são particulares a cada região. Assim, de uma forma ou de outra, as atividades humanas relacionadas a cada região também são condicionadas ao clima correspondente. Com isso, depreende-se a vulnerabilidade do homem às variações climáticas além da susceptibilidade à adaptação às intempéries do clima (resiliência).

Pesquisas sobre as mudanças climáticas vêm sendo intensificadas nas últimas décadas e resultados apontam que as consequências dessa modificação culminarão em sérios problemas a serem enfrentados pela humanidade ao longo deste século XXI. A temática é complexa, divide opiniões entre os pesquisadores e são carregadas de incertezas (LOMBARDO, 1994; AYOADE, 2006; MARENGO, 2008; BARRY & CHORLEY, 2013).

O progresso científico, principalmente na área da climatologia, nas últimas décadas tem proporcionado o desenvolvimento de tecnologias que permite o monitoramento, análise e previsão das condições climáticas e seus possíveis efeitos na sociedade. Dessa forma, a climatologia torna-se uma das mais importantes ciências para a compreensão dos comportamentos atmosféricos e devendo ser garantido, posição de destaque e relevância na ciência.

A diversidade climática observada no Brasil é resultante das relações estabelecidas entre os sistemas atmosféricos – nas suas diversas escalas de circulação - e as características físicas locais, ou seja, os fatores climáticos que determinada região possui. De maneira geral, os fatores climáticos são aqueles que condicionam a variação dos tipos de clima nos diferentes espaços geográficos. A partir de suas inter-relações, são responsáveis por influenciar as condições

climáticas no tempo e no espaço. Com isso, uma região climática pode ser homogênea sob a ótica de uma escala grande de análise, mas, diversificada se analisada em uma escala menor.

De acordo com Nímer (1966) o conhecimento acerca do clima de uma determinada localidade não pode ser explicado sem o entendimento das massas de ar atuantes naquela região, sendo que, o estudo das massas de ar é que constitui o fundamento da climatologia moderna. Entretanto, para analisar as características climáticas regionais é importante conhecer o processo de formação desses fenômenos por meio de um estudo sobre mecanismos de formação abordados pela circulação geral da atmosfera.

Cada região possui características de temperatura, umidade do ar, e precipitação que juntos representam o clima daquele lugar, resultantes da interface com os fatores do clima. Entretanto, a movimentação da atmosfera, por meio das massas de ar, promove a (re)distribuição dos elementos acima citados.

Com a aplicação de métodos estatísticos em estudos de climatologia é possível traduzir/transformar dados brutos em informações climatológicas, de modo a substanciar pesquisas que servem de base para o planejamento do ambiente, muito importantes no processo de tomada de decisão dos gestores e administradores públicos. (LAMBERTS et. al., 1998). A estatística, por meio de suas técnicas de obtenção de dados, apresentação de dados, modelagem, análise e verificação, assegura a sua relevância nas ciências, em especial na climatologia, configurando o que pode se chamar de climatologia estatística.

A estatística de dados climatológicos permite analisar o comportamento de variáveis, tais como a temperatura, umidade relativa e precipitação, por exemplo, e estimar padrões, bem como verificar a sua variação ao longo do tempo e no espaço, verificando também a possibilidade da existência de tendências nas mudanças de comportamentos. É nesse contexto que esse trabalho se insere.

Entendendo a importância do comportamento das variáveis climáticas (temperatura, umidade relativa do ar e precipitação) para uma dada região, este trabalho espera contribuir com informações mais detalhadas sobre o comportamento das referidas variáveis na cidade de Uberlândia/MG.

A estruturação da dissertação está organizada da seguinte forma: no capítulo 1 são apresentadas a introdução ao trabalho e os objetivos, geral e específicos. No capítulo 2, são abordadas a circulação geral da atmosfera, perpassando pelas dinâmicas atmosféricas que condicionam os climas do Brasil, que explicam e condicionam os tipos de tempo em Uberlândia-MG, evidenciando os principais sistemas que garantem a diversidade climática do Brasil, bem como os sistemas atmosféricos atuantes na região de estudo.

No capítulo 3 pode ser verificada a localização da área de estudo e as características físicas relativas a ela, bem como as classificações climáticas anteriores que descrevem o clima da cidade. Ainda nesse capítulo, é possível verificar as características climáticas de Uberlândia-MG por meio de tabela de temperatura e precipitação médias e climograma.

No capítulo 4 são apresentados os procedimentos metodológicos e descrição sobre os métodos aplicados na pesquisa.

No capítulo 5 são apresentados os resultados das análises dos dados a partir das aplicações dos métodos da Curva de Permanência, da Contagem dos dias com e sem chuva e relações a Intensidade, Duração e Frequência (IDF) da precipitação de Uberlândia-MG. No capítulo 6 as feitas as conclusões do trabalho e no capítulo 7 as referências bibliográficas consultadas.

### 1.1. OBJETIVO GERAL

Analizar o comportamento das variáveis climáticas de temperatura, precipitação e umidade relativa do ar da cidade de Uberlândia-MG.

### 1.1.1. Objetivos específicos

- Analisar a evolução das temperaturas na série histórica e entre as décadas;
- Analisar a evolução da precipitação na série histórica e entre as décadas;
- Analisar a evolução da umidade relativa na série histórica e entre as décadas;
- Avaliar tendências de comportamentos das variáveis ao longo do período analisado;
- Gerar e construir o gráfico IDF e a equação de Chuvas Intensas para Uberlândia-MG;

## 2 DINÂMICA ATMOSFÉRICA

---

De maneira geral, os fatores climáticos, segundo Mendonça e Danni-Oliveira (2007) são aqueles que condicionam a variação dos tipos de clima nos diferentes espaços geográficos, a partir de suas inter-relações, são responsáveis por determinar as condições climáticas no tempo e no espaço, sendo: altitude, continentalidade/maritimidade, vegetação, latitude e atividades humanas. Com isso, uma região climática pode ser homogênea sob a ótica de uma escala grande de análise, mas, diversificada se analisada em uma escala menor, por exemplo, a ocorrência de um topoclima específico.

Para se ampliar nos conhecimentos em Climatologia Geográfica é importante conhecer as gênese dos fenômenos climáticos e, em todas as escalas de abordagens, como também, interpretar e compreender as interações que se manifestam entre os elementos da atmosfera, entre esses e os geográficos, litológicos, hidrológicos, cobertura e ocupação do solo, o relevo, disposição, orientação das vertentes até a declividade das encostas e por fim, as atividades antrópicas. Dessa forma, é possível considerar o clima como o principal aliado na organização do espaço (BORSATO, 2016, p. 15).

De acordo com Nímer (1966) o conhecimento acerca do clima de uma determinada localidade não pode ser explicado sem o entendimento das massas de ar atuantes naquela região, sendo que, o estudo das massas de ar é que constitui o fundamento da climatologia moderna. Entretanto, para analisar as características climáticas regionais é importante conhecer o processo de formação desses fenômenos por meio de um estudo sobre mecanismos de formação abordados pela circulação geral da atmosfera e pela relação obtida entre esses e os fatores climáticos.

As condições gerais do tempo meteorológico atuante em uma região estão relacionadas aos mecanismos de escala global, oriundos da circulação geral da atmosfera. Daí qualquer tentativa de entendimento da dinâmica atmosférica sobre uma área deve iniciar-se com uma visão mais global, na qual a localidade de interesse esteja inserida (VIANELLO; MAIA, 1986, p. 186).

Portanto, visando organizar a sequência do assunto tratado, será feita uma breve revisão acerca da circulação geral da atmosfera, de modo a conhecer os fenômenos em larga escala que condicionam os diferentes climas verificados na América do Sul e do Brasil.

## 2.1. Circulação geral da atmosfera

A atmosfera está em constante movimento, sendo que, essa movimentação pode ser tanto horizontal quanto vertical. O princípio básico para o entendimento sobre a circulação geral da atmosfera é o de que a incidência de radiação na superfície terrestre não é homogênea, sendo assim, há uma distribuição desigual de temperatura nas zonas latitudinais do planeta (BARRY; CHORLEY, 2013). Segundo Ayoade (2006) “A causa básica fundamental do movimento atmosférico, horizontal ou vertical, é o desequilíbrio na radiação líquida, na umidade e no *momentum* entre as baixas e as altas latitudes e entre a superfície da Terra e a atmosfera (p. 72).

Como a região equatorial, que se estende de  $0^{\circ}$  até  $30^{\circ}$  nos hemisférios Norte e Sul recebe a maior parte da radiação proveniente do Sol, com isso, as células de circulação da atmosfera, a saber, Células de Hadley, Ferrel e Polar, tem a função de redistribuição de energia da região equatorial para as regiões polares sendo que, “esses fluxos são compensados em níveis elevados por fluxos de retorno mais altos” (Barry e Chorley, 2013), ou seja, é verificado também o processo de trocas de energia provenientes das regiões polares para o equador térmico.

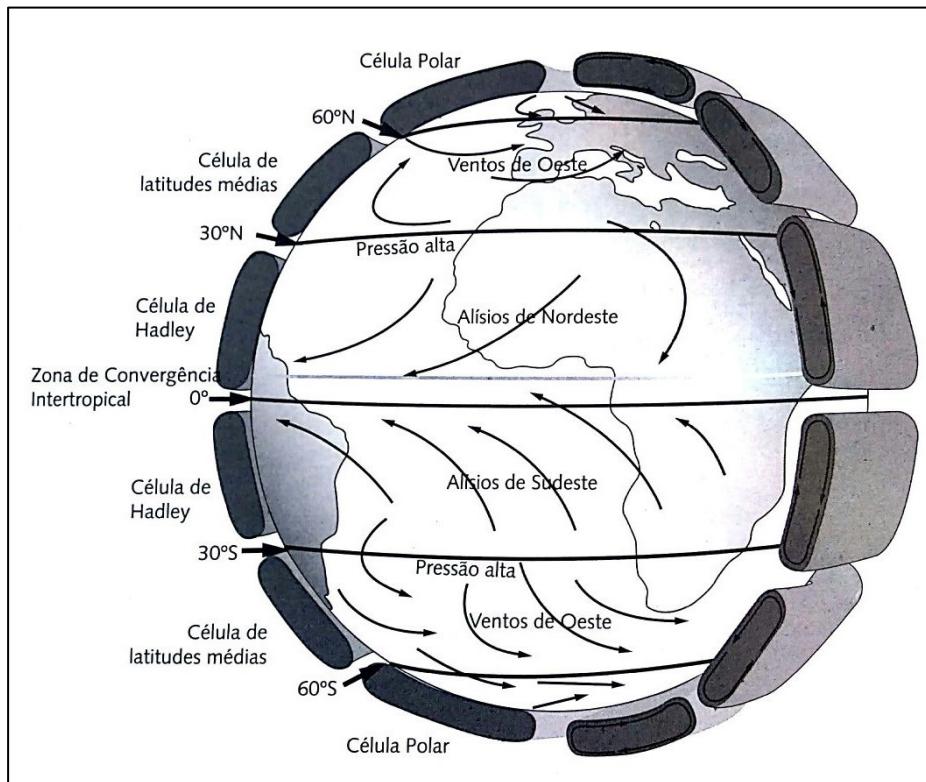
Na faixa equatorial, região de maior incidência de radiação no planeta, o ar quente ascendente alcança altas altitudes, no âmbito da troposfera, e se movimenta em direção aos pólos. Entretanto, antes de atingir as zonas polares, na faixa entre  $20^{\circ}$  e  $35^{\circ}$ , Norte e Sul, parte desse ar aquecido sofre subsidênciadevido à convergência do ar em altas latitudes e pela distinção térmica e barométrica da superfície, enquanto que a outra parte continua o

deslocamento até os pólos (YNOUE et. al, 2017). Ainda de acordo com os autores, nessa faixa latitudinal compreendida entre 20° e 35° (N e S), estão compreendidos cinturões de alta pressão, formados pela subsidência do ar proveniente das regiões equatoriais. A parte do ar que sofreu subsidência faz o movimento inverso, nas camadas mais baixas da troposfera o ar quente que sai do Equador em direção aos trópicos se desloca em altas altitudes e o ar frio que retorna ao Equador se desloca em baixas altitudes, formando assim a Célula de Hadley. Contudo, devido à força de Coriolis, os ventos em baixa altitude sofrem deflexão para leste, devido ao movimento de rotação da Terra, constituindo assim, os ventos alísios.

Os ventos que não retornaram ao Equador, como forma de Ventos Alísios, mantêm seu deslocamento até as regiões polares, em baixas altitudes, entretanto, na faixa de 60°, chocam-se com os ventos polares. De acordo com Borsato (2016), nessa região, há a ascendência dos ventos à altas altitudes, sofrendo desvios para leste, devido à força de Coriolis, que resultam em ventos de noroeste no hemisfério Sul e ventos de sudoeste no hemisfério Norte, configuração atmosférica esta que é conhecida como Célula de Ferrel.

Nas regiões polares, o ar é descendente e desloca-se próximo à superfície, em direção ao Equador. Entretanto, devido à força de Coriolis, sofre deslocamento para oeste, gerando os ventos de sudeste no hemisfério Sul e os ventos de nordeste no hemisfério Norte. Quando o ar polar avança até nas proximidades de 60° de latitude, sofre ascendência ao chocarem-se com os ventos tropicais (Célula de Ferrel). Essa faixa de colisão entre os ventos polares e tropicais são denominadas de regiões de descontinuidade, também conhecida como frente polar. Nessas regiões, na camada superior da Troposfera, há o fechamento da Célula Polar tangente à Célula de Ferrel, sendo que os ventos retornam aos pólos (BORSATO, 2016; YNOUE et. al, 2017).

Figura 1: Esquema básico da circulação geral da atmosfera, com destaque para as células de circulação vertical e ventos próximos à superfície terrestre



Fonte: CAVALCANTI et. al. (2009)

A dinâmica das células condiciona possíveis trocas de energia entre as zonas climáticas da Terra, haja vista que, são elas que influenciam a movimentação dos ventos e formação das massas de ar que caracterizarão os variados climas ocorrentes no Brasil.

## 2.2. Dinâmica atmosférica no Brasil

Segundo Mendonça e Danni-Oliveira (2007), o Brasil apresenta uma gama de tipologia climática, resultante da relação entre a grande extensão territorial e os elementos e fatores geográficos da América do Sul, bem como, do próprio país. Ainda de acordo com os autores, a diversidade climática do país é resultante das interferências dos fatores climáticos (maritimidade, altitude, continentalidade, vegetação, latitude e atividades humanas).

A grande extensão territorial do Brasil implica também, em uma diversidade de tipos de tempo. É possível de se observar a atuação simultânea das cinco

massas de ares que atuam nos climas do Brasil. Pode-se verificar, no mesmo dia, no Sul, a massa Polar avançando; na altura do trópico de Capricórnio, o sistema frontal; em um dos seus estágios, no oeste, Mato Grosso, a atuação da massa Tropical continental; e no leste, São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais, sob a influência da massa Tropical atlântica, no nordeste brasileiro a massa Equatorial atlântica e na região norte, atuando a massa Equatorial continental (BORSATO, 2016, p. 80).

Diante do exposto, uma região climática pode ser homogênea sob a ótica de uma escala pequena de análise, mas, diversificada se analisada em uma escala maior, como por exemplo, um topoclima específico influenciado pela orografia, incluso dentro de uma região climática diferente.

Num recorte mais específico, a diversidade climática do Sudeste brasileiro está associada aos fatores estáticos e dinâmicos, onde os fatores estáticos relacionam-se à dinâmica que estabelecem os padrões sazonais de clima e, os fatores dinâmicos relacionam-se aos sistemas de correntes perturbadas do Sul, associadas ao anticiclone polar; sistema de correntes perturbadas de Oeste relacionadas aos ventos trazidos por linhas de instabilidades tropicais e, sistema de correntes perturbadas de Leste relacionadas aos ventos provenientes da alta subtropical, conhecidos também como ventos alísios. De acordo com Mendonça e Danni-Oliveira (2007), a complexidade climatológica da região é marcada por meio da ação das massas de ar, das linhas de instabilidade de noroeste (INW), as ondas de calor (noroeste), ondas de frio (leste e sudeste) e da frente polar atlântica (FPA). Com relação aos sistemas atmosféricos que influenciam nas taxas de precipitação na região, destacam-se a atuação da Alta Subtropical do Atlântico Sul (ASAS), frentes, principalmente a FPA e a zona de convergência do Atlântico Sul (ZCAS) e ainda, a influência da massa Equatorial tropical (mEc), (Abreu, 1998; Mendonça e Danni-Oliveira, 2007; Borsato e Filho, 2009). Reboita et. al. (2010), além dos sistemas atmosféricos já citados anteriormente, descrevem ainda a atuação das Linhas de Instabilidade (LI), os Complexos Convectivos de Mesoescala (CCMs), os Bloqueios Atmosféricos e as Brisas.

Assim, com base na literatura e, de modo sucinto, serão detalhados os sistemas atmosféricos atuantes no Brasil.

### 2.2.1. Alta Subtropical do Atlântico Sul (ASAS)

As Altas Subtropicais formam-se em regiões subtropicais, em ambos os hemisférios, na faixa dos 30° de latitude. A ASAS (Alta Subtropical do Atlântico Sul), outrora chamado de Anticlone Semifixo do Atlântico Sul e popularmente conhecido como Anticlone Santa Helena, nos continentes europeu e africano, se configura como um centro de ação positivo (anticiclônico), característico de altas pressões, com propriedade térmica em função da sua posição latitudinal, que recebe elevadas taxas de radiação solar todo o ano, e umidade elevada, em função da superfície de origem (Oceano Atlântico).

Reboita et. al. (2012) explica como se dá a formação de centros de alta pressão:

Na região equatorial, o intenso aquecimento solar causa a ascensão do ar e formação de muitas nuvens e de chuva. Depois de subir, o ar na alta troposfera (~ 10 km de altura) desloca-se em direção aos polos em ambos os hemisférios. Durante o deslocamento o ar sofre resfriamento, o que o torna mais denso e propicia sua subsidência (movimentos descendentes) próximo de 20°-30° de latitude em ambos os hemisférios. Este processo aumenta o peso da coluna atmosférica dando origem a um cinturão de alta pressão em superfície conhecido com o nome de “alta subtropical” (p. 36).

Devido à variação baroclinica entre os centros de alta e baixa pressão, a movimentação do ar, a partir do centro desse sistema, se dá no sentido anti-horário. Além de ser o centro de formação da mTa (massa Tropical atlântica, caracterizada por elevada temperatura e umidade), a ASAS tem influência direta em outros sistemas atmosféricos atuantes no Brasil e que condicionam os tipos de tempo. De acordo com Bastos e Ferreira (2000), a ASAS inibe a entrada das frentes durante o inverno, causando inversão térmica e consequente concentração de poluentes nos centros urbanos das regiões Sul e Sudeste; Contribui para o regime de chuvas na região Nordeste; No Sul e Sudeste pode favorecer a formação de nevoeiros e geadas; e,

durante o verão, a ASAS interfere no transporte de umidade em baixos níveis ao longo da ZCAS. A partir disso, verifica-se que é de grande importância o conhecimento sobre a sua atuação.

A ASAS é caracterizada por ser um centro de alta pressão semi-fixo, que migra no sentido leste-oeste em função da sazonalidade. Durante os meses de verão, de acordo com Cavalcanti et. al. (2009), “[...] esse sistema encontra-se mais ao sul e deslocado zonalmente para leste, menos intenso e com valor máximo de 1019 hPa” (p. 387). Durante os meses de inverno, a ASAS [...] encontra-se mais intensa, com valores médios máximos de 1023 hPa e o centro deslocado mais para o norte e oeste, atingindo assim a costa do Brasil (CAVALCANTI et. al., 2009, p. 388).

Reboita et. al. (2010) disserta que, os baixos totais pluviométricos verificados durante o inverno, na região Sudeste, se dão em função da localização e atuação da ASAS pois, está mais afastada da costa brasileira. Ela dificulta os movimentos ascendentes na troposfera, altera a trajetória dos Jatos de Baixos Níveis (JBN) para a região Sul, carregados de umidade e temperaturas provenientes da região amazônica, além da propagação dos sistemas frontais. Com isso, as condições de céu claro e estabilidade atmosférica são verificadas nessa estação.

Durante o verão, ventos úmidos e quentes são trazidos do Oceano Atlântico por meio da ASAS, favorecendo movimentos convectivos e consequente formação de nuvens no estado de Minas Gerais, contribuindo para a alta pluviosidade nessa estação.

### 2.2.2. Frentes

Há ocorrências de passagem de sistemas frontais durante todo o ano no território brasileiro. As frentes provocam mudanças rápidas nos elementos que compõe o tempo atmosférico, mais do que as próprias massas de ares. Devido a isso, as frentes são importantes

sistemas atmosféricos que são responsáveis pela identidade climática das regiões tropicais, subtropicais e temperadas, mais marcante nas duas últimas regiões.

De acordo com Ayoade (2006), “As frentes são zonas-limites que separam massas de ar de propriedades diferentes” (p. 99). Para Mendonça e Danni-Oliveira (2007), “O encontro de duas massas de ar de características diferentes produz uma zona ou superfície de descontinuidade [...] no interior da atmosfera, genericamente denominada frente (p. 102). Borsato (2016) evidencia o caráter genérico sobre a conceituação de Frentes, entretanto, considera Frente como uma “[...] região de interação entre duas massas de ar com características diferentes de temperatura, de densidade do ar, de pressão atmosférica, de umidade relativa e nas direções dos ventos (p. 70).

Dentre os tipos de frentes conhecidos, Frentes Frias (também conhecida como Frente Polar), Frentes Quentes, Frentes Estacionárias e as Frentes Oclusas. As frentes quentes atuam sobre regiões com ar frio, as frentes oclusas ocorrem quando há sobreposição de uma frente de ar frio sobre uma frente de ar quente, as frentes frias, sobre regiões em que há o predomínio dos ares quentes e, quando não há avanço nem de ar quente nem de ar frio em ambos os lados de uma frente, são as frentes estacionárias (YNOUE, et. al., 2017). Em Uberlândia e em todo o estado de Minas Gerais, não há ocorrências de frentes quentes, apenas frentes frias. Devido a isso, será dada atenção às Frentes Frias.

De acordo com Cavalcanti et. al. (2009) as frentes frias se deslocam no território brasileiro, de maneira geral, de sudoeste para nordeste, sendo que, durante a estação de inverno, as frentes frias são acompanhadas da massa de ar polar (mPa) e podem causar geadas e friagens. E durante o verão, as frentes frias se limitam na região litorânea entre os estados de São Paulo e Bahia, na faixa de atuação da ZCAS, promovendo fortes chuvas e, às vezes, acarretando em prejuízos materiais e humanos.

Abreu (1998) ao estudar a climatologia do estado de Minas Gerais, nas estações de inverno e de verão, chegou à seguinte conclusão sobre as passagens das frentes frias, em terras mineiras:

No inverno, devido ao gradiente de temperatura do ar entre o equador e o polo sul ser muito intenso, as frentes apresentam um forte gradiente barométrico que gera regiões de movimento ascendente no lado equatorial do sistema frontal. Esta movimentação do ar origina precipitação tipicamente frontal, que atinge principalmente a Região Sul do Brasil e o sul do Sudeste. Quando as descontinuidades de temperatura e de umidade são muito intensas a precipitação atinge também o Estado de Minas Gerais. [...] No verão, o gradiente térmico é pequeno e as frentes continuam atuando sobre o País, porém, a atividade convectiva a elas associadas é pequena. Deveríamos esperar então, pouca precipitação sobre Minas Gerais e o Brasil central (ABREU, 1998, p. 17-18).

Na região Sudeste, está sob influência constante da atuação a mTa (massa Tropical atlântica) que possui características de ser quente e úmida, e tem direção de vento no sentido de nordeste para sudoeste. No inverno, a mTa choca-se com a mPa (massa Polar atlântica) e os ventos tomam direção no sentido sudoeste/nordeste, proporcionando frontogênese. Nesse choque entre as massas de ar de propriedades térmicas diferentes, forma-se então frentes frias que, segundo Wallace; Hobbs, (2005 apud BORSATO, 2016), Frente Fria “[...] de forma simplificada, definida como a linha (faixa) de confluência que define o limite entre a massa de ar quente e o ar frio que avança e substitui o ar mais quente (p. 57).

Nesse processo, o ar frio proveniente da mPa possui maior densidade que o ar quente proveniente da mTa, empurra o ar quente para cima, sofrendo ascensão. Conforme o ar quente é ascendido, ele vai se resfriando e condensando, gerando nuvens que darão origem a chuvas prolongadas e, eventualmente, tempestades. Segundo Cavalcanti et. al. (2009) o número médio de passagens de Frentes Frias na mesorregião do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba é de 15 por ano, sendo que, na Serra da Canastra, esse valor aumenta para 20, evidenciando a importância do relevo no deslocamento e regime de precipitação associado ao sistema frontal.

### 2.2.3. Jato Subtropical ou Jatos de Altos Níveis (JST)

De acordo com a Organização Meteorológica Mundial – OMM – (1992, apud Cavalcanti et. al., 2009), uma corrente de Jato “[...] se define como uma corrente de ar em forma de um estreito cano ou conduto, quase horizontal, geralmente próximo à tropopausa, cujo eixo localiza-se ao longo de uma linha de velocidade máxima e de fortes cisalhamentos horizontais e verticais” (p. 128). Por cisalhamento, também conhecido como cortante, entende-se que é a variação da velocidade do vento.

Os Jatos de Alto Níveis são grandes sistemas atmosféricos tridimensionais e em altitude, sendo que, se localiza entre 9.000 m e 13.000 m de altitude e possui milhares de km de comprimento, centenas de km de largura e, vários km de espessura (CAVALCANTI et. al., 2009). O gradiente vertical varia entre 20km/h e 40 km/h por km de altura e o gradiente horizontal é de 20 km para cada 100 km. A velocidade do vento a partir do eixo principal da corrente: 140 km podendo chegar até 300 km/h. Esse sistema atmosférico está diretamente relacionado com a circulação da célula de Hadley e sua posição média varia em função da época do ano, sendo que, no inverno se dirige para o equador e, no verão, em direção aos pólos.

Segundo pesquisas divulgadas no Boletim Climanálise, em janeiro de 1988, o JST foi responsável por provocar frontogênese em quase toda a região sudeste brasileira, além do sul do estado de Goiás. Além disso, foi verificado que, nos anos em que o El Niño é estendido, ou Forte, os JST são mais intensos. Uma das principais funções dos JST é aumentar a instabilidade, ocasionando convecções.

Esse jato (JST) ganha intensidade no outono, torna-se mais intenso no inverno e perde força na primavera. Durante o verão, ele praticamente limita-se às altas latitudes, sendo que, quando associado a outros sistemas extratropicais, ele pode se intensificar, justificando a sua atuação no sudeste brasileiro em janeiro de 1988. Nesse caso, o JST se associou com atividades convectivas de origem na Bolívia e Peru.

Na estação da primavera, devido ao transporte de ar quente e umidade, provenientes da Região Amazônica, pelo Jato em Baixos Níveis (JBN), e à presença do jato em altos níveis sobre as Regiões Centro-Oeste e Sul do Brasil, há a formação dos chamados Complexos Convectivos de Mesoescala (CCMs) nesta área.

De acordo com Pezzi, Rosa e Batista (1996), são conhecidas duas correntes de jatos de ventos atuantes na América do Sul, sendo, os Jato Subtropical (JST) e Jato Polar (JP). Devido à sua área de atuação, que varia entre 30° S a 70° S, o JP praticamente não tem participação direta na composição dos tipos de tempo de Uberlândia-MG. O JST tem atuação na faixa de latitude de 20° S a 40° S, com participação direta nos tipos de tempo.

#### 2.2.4. Massa de Ar

Borsato (2016), disserta que “As massas de ar podem ser definidas como um corpo de ar com milhares de quilômetros de diâmetro e com características uniformes de temperatura, pressão e umidade” (p. 65). As massas de ar possuem dimensões horizontais e verticais, sendo que, a uma dada altitude, os gradientes entre os elementos (temperatura, umidade e pressão) são menosprezados em qualquer localidade porque, são baixos (VAREJÃO-SILVA, 2006, p. 369). Para Steinke (2012), massa de ar é “uma grande porção unitária de ar atmosférico que permaneceu em repouso sobre uma determinada região continental ou marítima, adquirindo características termodinâmicas próprias de temperatura (quente ou fria), umidade (úmida ou seca) e pressão atmosférica” (p. 122).

Nos fins da década de 1950, Serra; Ratisbonna (1959) já haviam classificado as regiões de origem das massas de ar, de acordo com a superfície, são elas: Superfície gelada (continente antártico e mares gelados), Superfície líquida (áreas oceânicas) e, Superfície continental associada à vegetação (área continental). Apesar de nomenclaturas diferentes, há coerência no

tocante às regiões de origem, sendo que, os principais elementos que caracterizam uma massa de ar são as suas propriedades de temperatura e umidade.

As massas de ar podem ser do tipo semifixas ou migratórias, e varia de acordo com os centros de ação (ciclona ou anticiclona) e da época do ano pois, depende da variação da radiação ao longo do ano. Segundo Ayoade (2006); Varejão-Silva (2006); Mendonça; Danni-Oliveira (2007); e Borsato (2016), durante o verão no Hemisfério Sul, os anticlones e as massas de ar decorrentes deles, deslocam-se expressivamente para o sul e, durante o inverno no Hemisfério Sul, há o deslocamento para o norte, aumentando assim sua área de abrangência. O oposto ocorre no Hemisfério Norte.

As massas de ar podem ser semifixas ou migratórias. As semifixas nunca deixam completamente a sua área de origem, às vezes se deslocam, ampliam-se, contraem-se, mas, sempre condicionadas pela estacionalidade, e também pela dinâmica das massas de ar que se aproximam de sua área de domínio ou que se afastam, assim como pelo deslocamento de sistemas sinóticos ou subsinóticos. Por outro lado, as massas de ar migratórias deixam suas áreas de origens e avançam por áreas dominadas por outras massas de ar, geralmente com características, principalmente de temperaturas opostas às suas (BORSATO, 2016, p. 67).

Há variadas formas de classificação das massas de ar, entretanto, utilizar-se-á a proposta por Borsato (2016), em que as massas são classificadas segundo suas regiões de origem, podendo ser: Árticas (A), Polares (P), Tropicais (T) e Equatoriais (E). Entretanto, como já exposto, conforme há o deslocamento da região de origem, há interações entre essas massas e os locais por onde elas passam, portanto, podem sofrer influências Marítimas (m) ou Continentais (c). O quadro 1 exemplifica as regiões de origem, as interferências sofridas e os comportamentos termodinâmico das massas de ar.

Quadro 1: Classificação das massas de ar segundo Borsato (2016)

Região de Origem	Influências	Comportamento Termodinâmico
Árticas (A)		
Polares (P)	Marítimas (m)	Frias (k)
Tropicais (T)		
Equatoriais (E)	Continentais (c)	Quentes (w)

Fonte: BORSATO (2016); Org. PETRUCCI (2017)

São cinco as massas de ar que atuam diretamente para a formação dos climas brasileiros, são elas: Massa Polar Atlântica (mPa); Massa Tropical Atlântica (mTa), Massa Tropical Continental (mTc), Massa Equatorial Atlântica (mEa) e Massa Equatorial Continental (mEc).

#### *2.2.4.1. Massa Polar Atlântica (mPa)*

A Massa Polar (MP), segundo Nímer (1989) forma-se sobre a superfície gelada da Antártida e banquisa fixa. A Massa polar, com sentido para oeste admite características fria e úmida e, somente quando avança até o anticiclone próximo à Patagônia, perde grande parte da umidade adquirida e forma-se a Massa de ar Polar Atlântica.

Conforme a mP adentra o continente, sofre com o atrito do relevo, causando mudanças nos estados de tempo atmosféricos e, concomitantemente, assimilando as características dos locais de sua passagem. Com isso, ela pode ir perdendo suas características originais conforme há o avanço e dependendo da superfície atingida.

Devido à disposição do relevo na América do Sul, onde em sua porção oeste está localizada a região montanhosa da Cordilheira dos Andes, com disposição norte-sul e, na porção leste as calhas naturais (planícies e planaltos) formadas a partir da diferenciação da altitude com a cordilheira, o avanço da mP se dá no sentido a norte. Quando há o contato da mP com a Cordilheira dos Andes, ela se divide em duas, tendo, a oeste a Massa Polar Pacífica (MPP) e a leste a Massa Polar Atlântica (MPA).

A mPa tem sua formação na região ao sul da Patagônia, devido ao acúmulo de ar polar proveniente da Antártida, no Anticiclone Migratório Polar (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007). Durante o inverno, o anticiclone pode estender-se até aproximadamente 30°S, sendo que, no verão, limita-se a 60°S. Como é sabido, os ventos (e diga-se as massas de ar) provenientes de centros de ação positivos (anticiclona) é atraído pelos centros de ação

negativos, ou centros de baixa pressão tropicais ou equatoriais, com isso, desloca-se no sentido dessas regiões.

A mPa tem características de ser fria e seca e, desloca-se no sentido sudoeste-noroeste e tem atuação frequente na região Sul do Brasil, principalmente durante o inverno, em que os tipos de tempo mais frios estão associados à passagem desse sistema pela região. Após adentrar território brasileiro, a mPa pode seguir por dois sentidos, deslocar-se até o Oceano Atlântico e descer para as latitudes mais baixas, tangente ao continente, ou permanecer no continente abrangendo o sul do país, estendendo-se até Linha do Equador, até mesmo atingir o Hemisfério Norte (devido à intensidade da mPa). Raramente a mPa atinge a região nordeste brasileira e, quando atinge a região Amazônica, há ocorrências de quedas na temperatura provocando o fenômeno da friagem.

#### *2.2.4.2. Massa Tropical Atlântica (mTa)*

A origem da Massa Tropical Atlântica se dá na região do Anticiclone Semifixo do Atlântico Sul, mais conhecido como Alta Subtropical do Atlântico Sul (ASAS). Os ventos anticiclônicos soprados do centro da ASAS para o interior do continente (território brasileiro), que são correntes de leste e de nordeste, são os formadores dessa massa de ar. Elas são quentes e úmidas e tem atuação durante o ano todo no Brasil. Entretanto, durante a estação de inverno, a mTa se limita às regiões litorâneas em que a orografia impede a entrada continental adentro e provoca chuvas expressivas nessas regiões (BORSATO, 2016). Contudo, quando o avanço da massa de ar não é obstaculizado por barreiras orográficas, gera estabilidade com dias ensolarados, podendo atuar até o centro-oeste do país.

Durante o verão, a mTa avança o interior do continente, atuando na região centro-sul do país. A condição básica para o avanço da mTa durante o verão são os centros de baixa pressão

que se instalaram no interior do Brasil, fazendo com que a mTa avance com mais facilidade por meio da diferença baroclínica. Quanto mais a mTa avança sobre o continente, mais calor ela assimila em suas características (efeito da continentalidade), proporcionado pela elevada incidência de radiação nessa estação, fazendo com que a umidade chegue atinja estado crítico, chegando a níveis inferiores a 30% (BORSATO, 2016).

A atuação da mTa está diretamente relacionada com a ASAS. Como este sistema é semifixo, durante o inverno ele se afasta do continente, atenuando sua influência, por meio dos ventos de leste e de nordeste. Já no verão, conforme há a aproximação do anticlone na costa brasileira, ele abastece a mTa fazendo com que essa massa de ar ganhe força e persista por mais tempo. Como os processos convectivos nesse período do ano são baixos, os dias são ensolarados e, associados com a baixa nebulosidade, provocam dias quentes, muitas vezes acima da média.

Já no inverno, quando as noites são mais longas que o dia e, a insolação é menor, há possibilidade de incidências de neblinas mais densas e ocorrência de geadas, sobretudo em localidades dos estados de São Paulo e Minas Gerais, principalmente quando a mTa receba reforço da mPa (BORSATO, 2016).

#### *2.2.4.3. Massa Equatorial Continental (mEc)*

A Massa Equatorial Continental tem seu centro origem na região Amazônica, que se estende para além do território brasileiro. Essa região é constituída, principalmente, por planícies e baixos platôs, essa configuração do relevo faz com que seja facilitada a entrada de umidade dos oceanos nessa região. Como a região possui regularidade no relevo, não havendo barreiras orográficas que impeçam o transporte da umidade para a região amazônica, as altas

atividades convectivas fazem com que a umidade seja levada para altas altitudes, garantindo características de homogeneização da umidade (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007).

A vegetação tem papel importante na homogeneização da umidade, seja pela evaporação da água de superfície da floresta, após aguaceiros que, após a passagem das chuvas, a água acumulada na superfície é evaporada (quando o volume precipitado é menor ou igual a 5 mm, ela não atinge o solo, mas fica retida nas copas das árvores), seja pelo próprio ciclo da água

A mEc se forma no centro do Anticlone da Amazônia, também conhecido como *Doldrums* (NÍMER, 1989). Esse centro de ação recebe ventos úmidos dos alísios oriundos de nordeste, provenientes do Anticiclone dos Açores, localizado no Hemisfério Norte (Atlântico Norte) e também os ventos alísios oriundos da Alta Subtropical do Atlântico Sul, localizado no Hemisfério Sul (Atlântico Sul), com isso, é verificado que a região do *Doldrums* é receptora de ventos úmidos, que são fundamentais para a formação dessa massa de ar úmida. Por se localizar na faixa equatorial, a região Amazônica recebe grande incidência de radiação ao longo do ano, principalmente no verão do hemisfério sul, fazendo com que a massa de ar ali formada seja characteristicamente de elevada temperatura.

Sobre a Amazônia, os ventos alísios, ganha mais vapor devido a evapotranspiração da floresta. Essa umidade eleva-se graças à intensificação das correntes convectivas. Por fim, essa massa de ar apresenta uma espessa camada aquecida e de elevado teor de vapor. O aquecimento diurno intensifica as correntes convectivas, aliadas à umidade relativa alta, proporcionam chuvas convectivas diárias e concentradas nas horas mais quentes do dia. Além do calor, latente/sensível liberado pelas intensas precipitações, essas correntes também proporcionam certa homogeneidade de umidade em altitudes. Por isso, é uma massa úmida também em altitude (BORSATO, 2016, p. 135).

No interior dessa massa de ar, devido às fortes convecções, há o predomínio da formação de nuvens carregadas de umidade e os aguaceiros são frequentes. Assim, as condições de tempo que a mEc proporciona em todo a região tropical (estendendo-se até o extremo sul do Brasil) são de aguaceiros e trovoadas, verificados com maior intensidade durante o verão.

Tais fenômenos são comuns em todo o Brasil tropical, principalmente no seu interior, no período que se estende de meados da primavera a meados do outono, porém são mais frequentes e regulares no verão (dezembro a fevereiro), quando há um decréscimo geral de pressão, motivado pelo forte aquecimento do interior do continente. (NÍMER, 1989, p. 365).

Com a convergência dos ventos a leste do continente, que se dá no sentido leste-oeste, forma-se a mEc que tem característica de ser quente e úmida. A oeste do continente está localizada a Cordilheira dos Andes que tem papel fundamental no deslocamento dessa massa de ar para toda a América do Sul. O sentido do deslocamento dos ventos, de leste para oeste, encontra como barreira orográfica a Cordilheira dos Andes, a leste do continente. De um lado, tem a Cordilheira dos Andes, com altitudes que podem chegar até próximo dos 7.000 metros e, do outro têm-se a planície da bacia Amazônica, com baixas altitudes, com isso, o deslocamento da mEc se dá por meio dos Jatos de Baixo Nível, deslocando-se nos sentidos noroeste, oeste e sudoeste, a partir do seu centro de ação. Este deslocamento também é condicionado também pela ZCIT (Zona de Convergência Intertropical), onde há a convergência dos alísios dos Hemisférios Norte e Sul. A ZCIT é uma zona móvel, que varia em função da época do ano, sendo que, no verão, outono e primavera há o deslocamento para o hemisfério Sul, atingindo o máximo de 6°S durante o verão, ampliando a sua área de abrangência em todo a região sul do Continente Americano. Durante o inverno, há o deslocamento da ZCIT em seu máximo norte, chegando a 8°N, fazendo com que a mEc fique localizada próxima ao seu centro de ação. O deslocamento da ASAS (alta pressão), durante o inverno, que ela se direciona ao norte e mais próximo ao continente, inibe o deslocamento da mEc para o interior do Brasil.

A duração desse sistema (mEc) varia desde a escala diária (algumas horas) estendendo-se até vários dias. Concernente a isso, Borsato (2016) explica que “A massa Equatorial continental se expande diariamente e por um período que pode extrapolar 7 dias em direção ao Sul e Sudeste do Brasil. Nesse período, ela pode atuar até o Sul e o Sudeste do Brasil” (p. 139). Mendonça (2007) afirma que a mEc atua em todo o oeste do estado de Minas Gerais, sendo

assim, muito importante a passagem dessa massa de ar na região do Triângulo Mineiro, contribuindo para a manutenção dos altos índices pluviométricos verificados durante o verão, na região.

#### *2.2.4.4. Massa Tropical Continental ( $mTc$ )*

A massa Tropical continental tem seu centro de origem no centro de baixa pressão formado na planície do grande Chaco (também conhecido como Depressão do Chaco). Segundo Cavalcanti et. al. (2009), a região do Chaco possui diversificada e complexa vegetação, se estendendo por mais de 1 milhão de km quadrados, nos territórios da Argentina, Paraguai, Bolívia e Brasil, com isso, verifica-se a localização do Chaco a sudoeste da América do Sul.

As condições para a formação do centro de ação de baixa pressão na região do Grande Chaco, devem-se à localização da região na camada limite de intersecção entre as células de Hadley e Ferrel e, está localizado a leste da Cordilheira dos Andes, fazendo com que os ventos úmidos em baixo nível oriundos do Anticiclone Semifixo do Pacífico Sul, que tem direção de oeste para leste, sejam bloqueados pela orografia.

A região do Chaco recebe ar polar oriundos do Anticiclone Migratório Polar e, esse ar frio e seco pode ser potencializado pelos ares que sopram do Anticiclone Semifixo do Pacífico Sul, apenas quando há a influência de ciclones extratropicais que permitem que os ventos gelados e secos atinjam o Grande Chaco. O processo ocorre da seguinte forma, os ventos úmidos de oeste, oriundos do Anticlone Semifixo do Pacífico, são barrados pela Cordilheira dos Andes, ocasionando chuvas orográficas na porção oeste da orografia. Entretanto, com a influência de ciclones extratropicais, há ocorrências de chegada de ar frio e seco, que conseguem transcender a orografia, instalando-se na região do Chaco. Segundo Borsato (2016), “Essa condição significa alerta climatológico para o Sul do Brasil devido à possibilidade de

geadas intensas em toda a Região Sul, no sul do centro-Oeste e grandes áreas do Sudeste do Brasil” (p. 118).

Segundo Nímer (1989, p. 11), a origem da mTc é:

[...] a estreita zona baixa, quente e árida, a leste dos Andes e ao sul do Trópico. É oriunda da frontólise na Frente Polar Pacífica, cujos ciclones se movem para sudeste ocluindo depois de transpor os Andes, onde sofre efeito da dissecação adiabática. Esse fato ligado à grande insolação do solstício de verão, deve contribuir para a elevação da temperatura e secura da massa. A depressão do Chaco se constitui assim em fonte da mTc.

A mTc é uma massa de ar quente e seca que avança sobre o Brasil e tem sua área de atuação mais abrangente no verão, estendendo-se nos estados do centro-sul brasileiro, gerando tipos de tempos quentes e secos, geralmente causando desconforto humano. Durante o inverno, a mTc se limita aos estados da região Centro-Oeste do Brasil, sendo que, o Grande Chaco é invadido pelas massas polares, que dominam as características da região. Entretanto, a mTc ganha força com o enfraquecimento da mPa (já instalada sobre o Chaco), sendo assim, o fim do ciclo da mPa na região é o catalisador para a formação e início do ciclo da mTc.

#### *2.2.4.5. Massa Equatorial Atlântica (mEa)*

Essa massa de ar possui características de ser quente e úmida, durante a estação de inverno, principalmente nos meses de julho e agosto e, nos fins do verão e início do outono, principalmente no mês de abril, a temperatura e a umidade dessa massa de ar diminui, em função dos sistemas atmosféricos produtores de ventos que abastecem essa massa de ar, no caso a ASAS.

A expansão e atuação dessa massa varia em função da oscilação da ZCIT e da atuação da ASAS porque, os ventos alísios intensificados pela ASAS, em baixa superfície, uma parte abastece a ZCIT e a outra parte constitui a mEa, que avança nos extremos Nordeste e Norte do

país. Dessa forma, quando a ZCIT se posiciona mais ao norte, a zona de atuação da mEa, em território brasileiro, pode ser ampliada, pois também depende da posição da ASAS. Ao sul da ZCIT, os ventos que dela decorrem, trazem a umidade adquirida no oceano e, conforme vai adentrando o continente, a temperatura vai aumentando e as taxas de umidade e pressão vão diminuindo, além da condição de estabilidade atmosférica.

Segundo Serra e Ratisbonna (1959), os ventos alísios, que formam e mantêm a mEa, são compostos por duas correntes, distintas entre si pelo grau de temperatura. No âmbito dos alísios de sudeste, impulsionados pelo ASAS (Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul), na parte inferior desses ventos, percebe-se uma corrente de ar fresca e úmida e, uma corrente superior que possui características de ser quente e seca. Conforme os alísios avançam pelo oceano, antes de chegar no continente, vão ganhando umidade e temperatura (devido às baixas latitudes onde se convergem os alísios – a ZCIT), fazendo com que essas correntes inferiores sejam instáveis, em detrimento da corrente superior que se mantém estável.

Quando os alísios adentram o continente, ocorre o desaparecimento dessa inversão térmica (parte inferior fria e úmida e, parte superior quente e seca), sendo que as duas correntes sofrem ascensão, sendo que a parte inferior se resfria por movimentos adiabáticos úmidos e a segunda se mantém estável pelo movimento adiabático seco. O autor ainda enfatiza que as isolinhas de temperatura e umidade, nas regiões litorâneas sob influência da mEa, são inferiores do que as isolinhas verificadas nas regiões de influência da mEc.

Daí maior queda de temperatura em altitude e forte instabilidade produtora das chuvas contínuas daquele litoral, cujos aguaceiros de inverno são aliás muito agravados quando o alísio é resfriado pela sua mistura com o ar polar marítimo. No verão a raridade deste fenômeno e menor espessura da corrente reduzem muito as precipitações (SERRA; RATISBONNA, 1959, p. 97).

Borsato (2016) explica que há dificuldade na delimitação da zona de atuação dessa massa de ar, devido às suas características serem muito parecidas com a massa Tropical atlântica, sendo que, enquanto a primeira atua principalmente no Nordeste e Norte do país, a segunda está atuando na região sudeste e/ou centro-oeste. Outrossim, o recuo da mEa no verão

está associado à atuação da mEc em partes da região Nordeste, sendo que, essa última tem suas características muito pronunciadas.

#### 2.2.5. Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS)

Durante o verão no hemisfério Sul, forma-se uma faixa de nebulosidade, de direção noroeste-sudeste, que se estende do sul da região Amazônica até o Oceano Atlântico, que passa pela região Sudeste do país, formada por meio de intensas atividades convectivas e, que é responsável pelo grande volume de chuvas ao longo dessa faixa de nebulosidade, nas regiões que ela está sobreposta (QUADRO, 1994).

A precipitação nas zonas tropicais e subtropicais na América do Sul é caracterizada pela concentração das chuvas no período chuvoso, que se inicia, em média em meados de outubro, se estendendo até meados de março (CAVALCANTI, et. al., 2009). A atuação da ZCAS, de acordo com Abreu (1998, p. 17) “[...] é responsável pela precipitação de verão observada na região centro-sul do País, atingindo as regiões sudeste, centro-oeste, norte do Paraná e sul da Bahia”. A partir disso, fica evidente que, parte das chuvas na faixa intertropical é devido à ação da ZCAS.

A ZCAS é um sistema atmosférico caracterizado pela sua estacionalidade. As precipitações decorrentes dela são intensas. O inverso também pode acontecer, quando há descaracterização desse sistema, verifica-se secas e má distribuição das precipitações. A ZCAS pode se manter estável por pelo menos quatro dias (QUADRO, 1994) e, uma alteração nesse quadro pode alterar significativamente o regime de chuvas nas regiões de atuação desse sistema. Abreu (1998) diz que as precipitações associadas à ZCAS duram por 7 dias, podendo estender-se por 10 dias.

Durante o verão, a grande faixa equatorial recebe grande quantidade de energia, além de ser frequentemente abastecida pela umidade proveniente do Atlântico, pelos ventos alísios. A massa de ar Equatorial continental ali formada, é responsável pela distribuição espacial da umidade em grande parte da América do Sul. É a faixa que mais recebe energia, com isso, a região é marcada por intensos processos convectivos, tanto em baixa quanto em alta altitude. A convecção ali formada é mais forte a oeste da bacia Amazônica, datando do início do mês de agosto, sendo enfraquecida em meados de março e início de abril, sendo que, o pico da atividade convectiva coincide com o máximo de precipitação recebida durante a estação chuvosa, que se dá nos meses de janeiro e fevereiro na região sudeste (CAVALCANTI, et. al., 2009).

As IT (Linhas de Instabilidade Tropical), definida por Nímer (1989) são as correntes perturbadas de oeste e estão relacionadas com núcleos de baixa pressão e tem deslocamento por meio de depressões barométricas induzidas ou calhas induzidas. Diretamente relacionada com os ventos úmidos e quentes oriundos da Amazônia, as IT, juntamente com os sistemas Frontais, tem fundamental participação na origem e manutenção do sistema ZCAS. Abreu (1998) afirma que a estacionariedade da ZCAS se dá em função da interação entre sistemas atmosféricos de latitudes médias (Frentes) e sistemas de origem de latitudes baixas (ou tropicais – Linhas de Instabilidade).

O papel da FPA na dinâmica de formação da ZCAS é essencial. Ela funciona como um catalizador da convergência do ar nos baixos níveis da atmosfera que alinha, na sua direção as IT e, conduz a umidade originada na região amazônica, para Sudeste. O ar úmido e quente sobe, resfria e condensa, formando nuvens ao longo da FPA. A orientação noroeste-sudeste da ZCAS é determinada pela contribuição da FPA, que sobre o continente, apresenta esta mesma direção preferencial (ABREU, 1998, p. 19).

O caráter estacionário da ZCAS também pode ser associado com as elevadas temperaturas verificadas na estação do verão, sendo que, nessa época do ano, os gradientes térmicos e barométricos entre o equador e os polos são reduzidos, fazendo com que haja estabilidade nesse sistema. Além disso, Cavalcanti et. al. (2009) associa a duração da ZCAS

aos fenômenos El Niño/La Niña, sendo que, “Fases quentes do El Niño-Oscilação Sul (ENOS) parecem favorecer a persistência da ZCAS oceânica em mais de quatro dias, em oposição às fases neutras e frias” (p. 101).

De acordo com Santos e Fialho (2016), a atuação da ZCAS no estado de Minas Gerais varia em função do tempo, sendo que, ela é mais forte no final da estação chuvosa, que abrange as região centro-sul mineira. No início da estação chuvosa, a ZCAS limita-se ao norte do estado de Minas Gerais e sul do estado da Bahia. A partir dessas considerações, a atuação da ZCAS na mesorregião do Triângulo Mineiro, consequentemente a cidade de Uberlândia, se dá em meados e fins do período chuvoso, nos meses de janeiro e fevereiro.

#### 2.2.6. Complexos Convectivos de Mesoescala (CCMs)

Os CCMs atuam principalmente na região Sul do Brasil, com menor influência nas regiões Centro-Oeste e Sudeste. A ocorrência desse fenômeno meteorológico severo está relacionada a desastres, tais como Vianna; Aquino e Muñoz (2009) verificaram vendavais, enxurradas, enchentes, granizos, alagamentos, inundações e deslizamento, totalizando 90 casos de desastres em decorrência da passagem do CCMs pelo Rio Grande do Sul, entre outubro e dezembro de 2003.

Esse sistema, na América do Sul, tem origem de formação no norte da Argentina, Bolívia e sul do Paraguai, entre os paralelos de 20°S e 30°S (SCOLAR; FIGUEIREDO, 1990, p. 457), e são caracterizados pela concentração de células convectivas individuais, nas mais diversas escalas, desde células isoladas com dimensões de poucas centenas de metros até conglomerados na ordem de milhares de quilômetros. Nesse sistema, há formação de nuvens tipo Cumulonimbus cobertas por uma extensa e densa camada de nuvens tipo Cirrus, em formato circular e varia entre 6 e 12 horas para se formar.

De acordo com Vianna; Aquino e Muñoz (2009), foram verificadas ocorrências de tempestades que não estavam relacionadas com as Linhas de Instabilidade nem com as frentes, na região central dos EUA, em meados do século XX. Com isso, Maddox, no início dos anos 1980, definiu os Complexos Convectivos de Mesoescala. Para a classificação dos CCMs, deve-se levar em consideração o tamanho, a forma e o tempo de vida. Cavalcanti et. al. (2009) revelaram como se dá a classificação de um CCMs, de acordo com os parâmetros definidos por Maddox, sendo que:

Quanto ao tamanho, o sistema deve apresentar cobertura de nuvens com temperaturas no infravermelho menores que -32°C e com área de 100.000 km<sup>2</sup>, sendo que a região mais interna da nuvem deve apresentar temperaturas menores que -52°C com área de 50.000 km<sup>2</sup>. No que diz respeito à forma, o sistema deve ter formato circular com excentricidade de (eixo menor/eixo maior) maior que 0,7. O tempo de vida é caracterizado quando as duas condições descritas na classificação do tamanho ocorrem por um período superior a seis horas (p. 182).

O ciclo de vida de um CCMs perpassa por 3 estágios e podem ser divididos em gênese, estágio maduro e dissipação. A gênese se dá no final da tarde e início da noite, quando as primeiras células convectivas se desenvolvem, na região de origem. Scolar e Figueiredo (1990) concluíram que “As tempestades inicialmente desenvolvem-se numa região de convergência de massa e umidade e o levantamento do ar é feito principalmente pela advecção de temperatura quente nos níveis baixos” (p. 458). Nos baixos níveis, há a presença dos JBN (Jatos de Baixos Níveis) que promovem a adveção.

O estágio maduro ocorre durante a madrugada, coincidindo com a máxima ocorrência dos JBN, que trazem umidade e temperaturas elevadas da região amazônica. Nesse estágio, as convecções continuam e as chuvas podem ser muito fortes, só que localizadas. Silva Dias (1987) disserta que [...] os CCMs estão imersos num ambiente que apresenta forte advecção de ar quente e úmido em 850 mb, provenientes da região Amazônica, advecção esta realizada por um jato de baixos níveis” (p. 143).

No estágio de dissipaçāo, por volta das 12 horas do dia seguinte, há diminuição da chegada de umidade e temperaturas pelos JBN, que são um dos principais combustíveis para a manutenção desse sistema meteorológico. Nesse horário, na região de origem dos CCMs, a circulação entre montanha-vale (Cordilheira dos Andes) auxilia na dissipaçāo desse fenômeno.

De acordo com Guedes et. al. (1994 apud VIANA; AQUINO; MUÑOZ, 2009) o deslocamento dos CCMs em território brasileiro se dá no sentido sudoeste-nordeste. De acordo com o Boletim Climanálise, estudos realizados por Velasco e Fritsch (1987) evidenciam trajetórias desses CCMs em território brasileiro, sendo que, admite-se uma tendência a serem mais zonais (de oeste para leste) na primavera e início do outono e mais meridionais (de sul para norte) no verão.

#### 2.2.7. Linhas de Instabilidade (LI)

As LI (Linhas de Instabilidade), segundo Silva Dias (1987) podem ser definidas como “[...] um conjunto de cumulonimbus alinhados que se deslocam de maneira uniforme, mantendo uma certa identidade durante seu tempo de vida, que varia entre poucas horas até um dia” (p. 137). As LI se formam devido às convecções ocorridas na atmosfera tropical, sendo que, quando há a interrupção do movimento convectivo, as LI se dissipam. Para Nímer (1989) as LI são as correntes perturbadas de oeste, e estão relacionadas com os centros de baixa pressão.

Cavalcanti et. al. (2009) ressalta que as LI constituem um dos sistemas atmosféricos mais importantes que levam calor para a alta troposfera. De acordo com Houze et al. (1976, apud Silva Dias, 1987) existem 6 tipos de linhas de instabilidade e, sua classificação varia de acordo com a propriedade térmica da sua região de origem (quente ou fria), à sua orientação (direção de propagação, sentido paralelo às frentes fria ou quente) e pela formação de suas ondas (grande espaçamento ou coincidente com o sistema frontal).

As linhas de instabilidade estão diretamente relacionadas com as Frentes. Os processos de frontogênese geram ondas de gravidade que podem se afastar da frente a ser criada. Ocorre convecção intensa nos locais de convergência dessas ondas criadas, ou seja, há convecção dessas ondas em altitude. As formações dessas ondas na vanguarda das frentes são resultadas de diferenças térmicas e liberação de calor no processo de frontogênese, que se estendem de 75 a 125 km (largura) adiante das frentes e possui deslocamento mais rápido que as Frentes (SILVA DIAS, 1987). As LI podem anteceder a chegada de uma frente em uma distância de até 1.000km (comprimento) de dianteira (NÍMER, 1989).

A variação de uma LI é na escala diária, sendo que, a manutenção de uma LI por várias horas deve ao fato da propagação das ondas geradas pela frontogênese em forma de dutos. Silva Dias (1987) apontou estudos de Lindzen e Tung (1976) que verificaram a manutenção de uma LI, chegando à conclusão que, para que esse sistema se mantenha por várias horas, nos dutos formados, haja uma camada superficial estável imediatamente abaixo, de modo a impedir o contato com a superfície; exista uma camada convectivamente instável acima, para agir como refletor; e a velocidade do vento acima da camada úmida seja próxima da velocidade da onda no duto.

As LI que trazem chuvas para a região sudeste, no verão, tem sua gênese nos movimentos convectivos de regiões úmidas, principalmente sobre a região amazônica, e são denominadas de Linha de Instabilidade de NO-NE (Noroeste-Nordeste). O movimento ondulatório é formado por meio dos ventos quentes e úmidos oriundos da baixa pressão da planície amazônica em contato com os ventos frios de origem polar (frente fria), gerando ondas instáveis ao norte da frente polar (NÍMER, 1989). Com isso, o movimento de convecção nessa região úmida promove a formação de nuvens cumulonimbus.

De acordo com Nímer (1989), as LI que se formam no setor oriental do Brasil merecem destaque, sendo que: “A primeira divide, em altitude, o centro de ação do Atlântico, com

orientação N-S ao longo dos meridianos de 45° a 40°, sendo mais frequente no verão e raro no inverno, geralmente limitado ao norte pelo paralelo de 15° aproximadamente” (p. 18). Essas correntes de oeste são as que atingem a região Sudeste, promovendo aguaceiros que podem se estender em várias horas, contribuindo significativamente para a manutenção da alta pluviosidade da estação chuvosa na região. “A combinação de linhas de instabilidade (IT), de advecção de umidade e frentes frias estacionárias, favorece a formação de forte convecção na região sudeste, que contribui para os altos totais pluviométricos observados na região” (ABREU; BARROSO, 2003).

As linhas de instabilidade são capazes de provocar ascensão do ar quente, causar chuvas e trovoadas e até mesmo tempestades locais severas. Essas linhas, em suas trajetórias NO-SE<sup>1</sup>, atingem o Estado de MG, provocando precipitações. Intensificam-se mais ainda se atravessarem regiões fontes de vapor, tais como áreas líquidas e florestas. Também a topografia do Estado induz o maior desenvolvimento mecânico das linhas, tornando-as mais ativas (VIANELLO; MAIA, 1986, p. 191).

### 2.3. Dinâmica atmosférica que influencia o clima regional

A cidade de Uberlândia localiza-se na mesorregião do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba, na porção sudoeste do estado de Minas Gerais. Nímer (1989); Mendonça; Danni-Oliveira (2007). Cavalcanti et. al. (2009) descrevem sobre a transicionalidade climática da região Sudeste (incluindo também a mesorregião), limitando-se entre os climas equatoriais ao norte e subtropicais ao sul, sendo influenciada por sistemas atmosféricos oriundos de latitudes médias e tropicais (ABREU, 1998, p. 17).

A atuação dos sistemas atmosféricos relacionado com interações com os fatores do clima, imprimem um caráter típico de regiões tropicais, com o estabelecimento de duas estações bem definidas, em função da precipitação, uma seca, que se estende de maio a meados de

---

<sup>1</sup> NO-SE = direção Noroeste-Sudeste.

setembro, e outra chuvosa, que tem início em meados de setembro até abril (ABREU, 1998; SOUSA et. al. 2009).

Por sua posição e pelo arranjo dos fatores geográficos, a região é envolvida pelas principais correntes de circulação atmosférica da América do Sul, sendo uma faixa de conflito entre massas de ar distintas, comparticipação de correntes tropicais marítimas de leste-nordeste, correntes polares de sul e correntes do interior de oeste-noroeste (CAVALCANTI et. al., 2009, p. 246).

Durante a estação chuvosa (verão austral), os elevados índices pluviométricos são resultantes das atuações dos sistemas atmosféricos mEc e ZCAS, principalmente. Os CCMs e as LI também podem contribuir para a manutenção dessa concentração da precipitação nessa estação, agindo de modo a trazer umidade da região amazônica em altos níveis.

A atuação da mTa é mais pronunciada no verão devido à instalação e manutenção de sistemas de baixa pressão no interior do continente devido ao recebimento de intensa radiação ao longo do dia nessa faixa tropical. À essa massa de ar, estão relacionados dias com estabilidade atmosférica, com dias quentes e baixa nebulosidade. Entretanto, devido às altas temperaturas associadas à essa massa de ar, movimentos convectivos podem ocorrer e, estão relacionadas com pancadas de chuva isoladas. Segundo Novais (2011) a mTa é o principal sistema atmosférico que condiciona os tipos de tempo no estado de Minas Gerais.

Dias quentes e secos estão associados com a passagem da mTc pela região, muitas vezes gerando desconforto humano devido às elevadas temperaturas e baixos índices de umidade relativa do ar. No tocante às Frentes Frias, elas chegam até a região durante o ano todo, só que durante o verão, após a sua passagem (já enfraquecida) não contribui para alterações significativas na temperatura e umidade do ar na região (FOLI, 2017).

A ASAS tem papel fundamental no regime pluviométrico na região durante a estação chuvosa. Devido estar localizada mais próxima ao continente nessa época do ano, é responsável pelo abastecimento de umidade e promoção de atividades convectivas ao longo da faixa de nebulosidade da ZCAS, além da própria mTa.

Na estação seca, que se estende de maio a setembro, são verificadas as menores alturas pluviométricas e temperaturas mais baixas do que na estação chuvosa. Os sistemas responsáveis pelas condições de tempo na região, são a mTa, a mPa e as Frentes Frias. Se no verão as frentes frias não provocam alterações significativas no campo térmico, no inverno elas são as principais responsáveis pelas baixas temperaturas verificadas. A sua passagem está relacionada com a mPa e podem se manter instaladas na região durante vários dias, alterando bruscamente as condições do tempo atmosférico promovendo queda abrupta nas temperaturas, podem ocorrer geadas e nevoeiros.

A região sudeste está constantemente sob o domínio da mTa que, possui características de ser quente e úmida, entretanto, devido ao deslocamento no interior do continente, essa massa de ar ao chegar na mesorregião do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba já perdeu a característica de ser úmida. O avanço da frente fria na região (que precede a chegada da mPa) choca o ar quente e seco da mTa e, ocasiona chuvas frontais. Esse tipo de chuva é muito frequente nessa estação.

Nessa época do ano a mTc se limita aos estados da região Centro-Oeste, não participando significativamente para os tipos de tempo na região, sendo verificada a atuação da ASAS, que pode inibir a penetração de frentes frias na região, devido à sua participação na intensificação da mTa, massa de ar quente que se instala. O bloqueio atmosférico, que impede o avanço e instalação das frentes frias, está relacionado com a mTa, sendo que, devido à mudança nas suas características de umidade, ao longo do seu deslocamento no continente, tornando-se mTac (massa Tropical atlântica continentalizada) gerando dias com condições de estabilidade atmosférica e impedindo a formação de nuvens . “Esse cenário revela a tendência de dias seguidos de muitos graus de amplitude térmica e baixos valores de umidade relativa do ar, principalmente no período da tarde” (FOLI, 2017, p. 61).

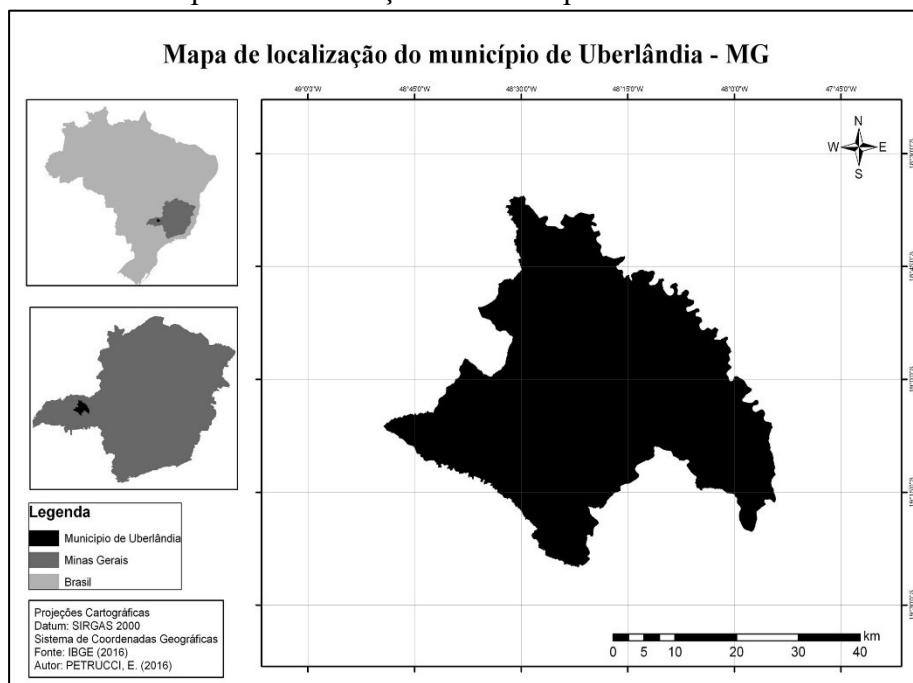
### **3. LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO**

#### **3.1. Localização da área de estudo**

A área de estudo compreende a cidade de Uberlândia-MG que está inserida na mesorregião do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba, à sudoeste do estado de Minas Gerais. Tem como municípios limítrofes: Araguari e Tupaciguara ao Norte, Uberaba, Veríssimo e Prata ao Sul, Monte Alegre de Minas a Oeste e Indianópolis a Leste. Está localizado entre as coordenadas  $18^{\circ} 55' 23''$ Sul e  $48^{\circ} 17' 19''$ Oeste, e altitude média de 865 metros.

Possui população estimada ao fim do ano de 2016 de 669.672 habitantes (IBGE, 2017) e  $4.115,206\text{ km}^2$  de área municipal. Uberlândia é a maior e mais importante cidade do Triângulo Mineiro / Alto Paranaíba, concentrando cerca de 30% da população da mesorregião. Exerce grande importância regional e estadual, com projeção nacional e polariza os serviços de educação, saúde, comércio, serviços entre outros.

**Mapa 1 - Localização do município de Uberlândia-MG**



Fonte: Autor (2016)

### 3.2. Caracterização física de Uberlândia-MG

#### 3.2.1. Geomorfologia

A mesorregião do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba, incluindo o município de Uberlândia-MG, de acordo com Ab'Saber (1972) está inserido no Domínio dos Chapadões Tropicais do Brasil Central. RADAMBRASIL (1983) apontou que a referida mesorregião está integrada nos Planaltos e Chapadas da Bacia Sedimentar do Paraná, especificamente na subunidade Planalto Setentrional da Bacia Sedimentar do Paraná. Nessa subunidade, é evidente dois componentes geomorfológicos marcantes, um elevado, com altitudes variando entre 650 m e 1.000 m e outro mais rebaixado, com altitudes variando entre 350 m a 650 m de altitude. A porção mais elevada, há a predominância de modelados suaves do tipo tabular, com formas muito amplas dessa subunidade, é distribuída irregularmente entre o meio rebaixado.

Baccaro (1989) ao realizar estudos sobre a geomorfologia do município de Uberlândia-MG verificou que, de maneira geral, “o relevo da área é predominantemente dissecado em formas tabulares amplas, apresentando escarpas com desniveis superiores a 150 m” (p. 17). Carrijo e Baccaro (2001) apontam que o relevo tabular é levemente ondulado e tem altitude inferior a 1.000 m.

Baccaro et. al. (2001), aplicando a metodologia da classificação taxonômica, desenvolvida por Ross (1992) baseado em morfoestrutura e morfoescultura, verificou que, na região do Triângulo Mineiro, com destaque para o município de Uberlândia, a Unidade Morfoestrutural Bacia Sedimentar do Paraná, compreende o 1º nível taxonômico, decorrentes dele, as unidades morfoesculturais que compreendem o 2º Nível taxonômico são: Planalto Tabular, Planalto Dissecado do Tijuco e Canyon do Araguari.

Na classificação geomorfológica de Baccaro (1989, p. 20-21), foram identificadas 3 categorias: área de relevo dissecado, área de relevo intensamente dissecado e, área de relevo com topo plano.

- Área de relevo dissecado: é a maior porção do município, localizando na parte oeste, compreendendo também o limite urbano. São áreas em que as altitudes variam entre 700 m e 900 m, as vertentes são suaves e são recobertas por vegetação típica de cerrado. No substrato, é verificado, principalmente Formação Adamantina e uma cobertura Cenozoica. Essas áreas apresentam processos erosivos agressivos, sobretudo na cobertura cenozoica e é comum a presença de solos hidromórficos, verificados nos rios Tijuco e Douradinho.
- Área de relevo intensamente dissecado: Compreende a porção norte e leste do município, na bacia do Rio Araguari, e são verificadas as maiores altitudes, com topos aplaniados e a vegetação predominante é de cerrado, sendo verificadas também mata decídua. Essas áreas são sustentadas, no substrato pelos basaltos e rochas do Grupo Araxá, além de arenitos do Grupo Bauru e Formações do Cenozoico (esses dois últimos em menor frequência do que primeiro). É muito comum áreas com rupturas e derramamentos basálticos que dão origem à muitas cachoeiras e corredeiras. Os processos erosivos são menos intensos do que nos outros dois compartimentos geomorfológicos e, nos topo planos das chapadas são verificados constantemente solos hidromórficos e presença de vegetação ciperáceas e gramíneas.
- Área de relevo com topo plano: é a menor porção do município, compreende a porção sudoeste, à sul da cidade de Uberlândia. Nessas áreas, as vertentes são de baixa declividade (entre 3° e 5°), os Topo Planos são largos e vales muito espaçados entre si. No substrato, são verificados arenitos da Formação Marília sobreposto por sedimentos do Cenozoico. Nas áreas de ruptura, os processos erosivos são intensos, com escoamento pluvial laminar difuso e são responsáveis pela remoção de detritos. A formação de sulcos, ravinas e voçorocas são menos intensos que nos compartimentos anteriores, entretanto, em alguns locais de solos hidromórficos, esses processos são intensos.

### 3.2.2. Geologia

A região de estudo está inserida na Bacia Sedimentar do Paraná, assim como quase toda a mesorregião do Triângulo Mineiro, sendo que os lototipos referem-se a arenitos da Formação Botucatu, basaltos da Formação Serra Geral e preenchendo a sequência têm-se os arenitos e materiais desestruturados do Grupo Bauru.

O embasamento regional é constituído de rochas cristalinas “[...] rochas metassedimentares do Grupo Araxá, Canastra [...], de idade Pré-Cambriana (Proterozoica) e de rochas do Complexo Goiano de idade Arquena” (NISHIYAMA, 1989, p. 10).

O complexo Goiano é formado por migmatitos, gnaisses e granitos, que estão presentes em uma faixa pequena e estreita às margens do Rio Araguari, à leste do município de Uberlândia.

De acordo com Oliveira e Campos (2003), o Grupo Araxá é caracterizado por afloramentos de xistos, gnaisses e quartzitos exumados pelas drenagens fluviais, estando expostos nos vales dos baixos cursos dos rios Uberabinha e Araguari, em cotas altimétricas inferiores a 680 m.

Sobrepostas às rochas do Grupo Araxá ocorre a sequência deposicional da Bacia Sedimentar do Paraná. Os afloramentos dos arenitos da Formação Botucatu, de idade mesozóica, são constituídos trapes e intertrapes de arenitos silicificados que ocorrem em forma de manchas isoladas de pouca expressividade no município. As exposições desses arenitos ocorrem em pontos isolados do vale do rio Araguari (Nishiyama, 1989; Oliveira 2002).

A Formação Serra Geral, de acordo com RADAMBRASIL (1983) corresponde à derrames basálticos provenientes de intensas atividades vulcânicas datadas da era Mesozoica. De acordo com Oliveira (2002), na região, a espessura média dos derrames é de 200 m, ocorrendo entre as cotas altimétrica de 880 a 680 m. Os afloramentos ocorrem ao longo dos rios Araguari, Uberabinha, Tijuco e Douradinho.

Os sedimentos do Grupo Bauru encerram o ciclo de deposição da Bacia Sedimentar do Paraná. No relatório RADAMBRASIL (1983), esse grupo, na região do Triângulo Mineiro, é representado por litolotipos das Formações Uberaba, Adamantina e Marília (Nishiyama, 1989; Oliveira, 2002).

Os afloramentos dos arenitos da Formação Adamantina ocorrem a sudoeste e oeste do município de Uberlândia-MG, nas bacias dos rios Tijuco, Douradinho e Estiva. Possuem “[...] granulação média a grossa, coloração marrom, marrom avermelhada, marrom arroxeadas e avermelhada” (p. 13), Nishiyama (1989).

A Formação Marília corresponde a arenitos não consolidados superpostos aos níveis carbonáticos (RADAMBRASIL, 1983) e, subdivide-se nos Membros Ponte Alta e Serra da Galga. Em Uberlândia, o membro Serra Galga compreende à uma expressiva extensão, estendendo-se de sudeste à noroeste, limitada pelos rios Araguari e Bom Jardim, (NISHIYAMA, 1989).

### 3.2.3. Clima

De acordo com AYOADE (2006), a classificação climática tem por objetivo "fornecer um arcabouço eficiente para a organização dos estados climáticos e para a compreensão das complexas variações do clima no mundo. Através da classificação climática, os detalhes e as complexidades das estatísticas climáticas mensais e sazonais são condensadas em formas mais simples, tornando-se facilmente entendidas".

No quadro 2 estão relacionadas as classificações climáticas sobre a região estudada, bem como o ano da classificação e as suas características dominantes.

Quadro 2: Classificações climáticas sobre área de estudo

Ano	Classificação	Clima
1936	Köppen	Aw: megatérmico, tropical com verão chuvoso e inverno seco
1969	Strahler	Tropical seco-úmido
1979	Nímer	Mesotérmico brando semiúmido (4 a 5 meses secos)
2007	Mendonça; Danni-Oliveira	Tropical do Brasil Central com 4 a 5 meses secos
2011	Novais	Tropical semiúmido, quente o ano todo com 4 a 5 meses secos

Organização: PETRUCCI (2017)

Na classificação climática de Köppen (1936), são levadas em consideração as variações sazonais e os valores médios mensais e anuais de temperatura e precipitação. Com isso, foi verificado para a região, um tipo climático Aw, que são característicos de climas tropicais, que recebem grande quantidade de energia o ano todo, por isso são considerados megatérmicos, sendo que, para a região, o verão e chuvoso e o inverno é seco. Strahler no ano de 1969 produziu uma diferenciação e classificação dos climas com base na circulação atmosférica e atuação das massas de ar.

Nímer (1989) realizou a classificação dos climas do Brasil a partir de uma associação estatística das variáveis temperatura e precipitação, num intervalo específico de tempo. A classificação de Nímer serviu como base para a produção do mapa climatológico brasileiro, sendo adotado pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) como classificação oficial. Com isso, os climas variam em função da temperatura média e da quantidade de meses secos, sendo assim, a região estudada foi classificada como: Mesotérmico brando (com pelo menos em um mês do ano as temperaturas médias ficam entre 10°C e 15°C) com 4 a 5 meses secos (NÍMER, 1989).

Mendonça; Danni-Oliveira (2007) realizaram a diferenciação dos climas do Brasil por meio de análise sobre a temperatura e precipitação, associadas com a atuação das massas de ar, sendo assim, classificada a região como Tropical do Brasil Central com 4 a 5 meses secos.

Apesar da diferença nas nomenclaturas, todas as classificações climáticas evidenciadas no quadro 2 retratam a mesma condição climática para a região de Uberlândia-MG: clima

tropical semiúmido com 4 a 5 meses secos, sendo assim, dois períodos bem definidos, um chuvoso e outro seco.

### 3.2.3.1. Características climáticas de Uberlândia-MG

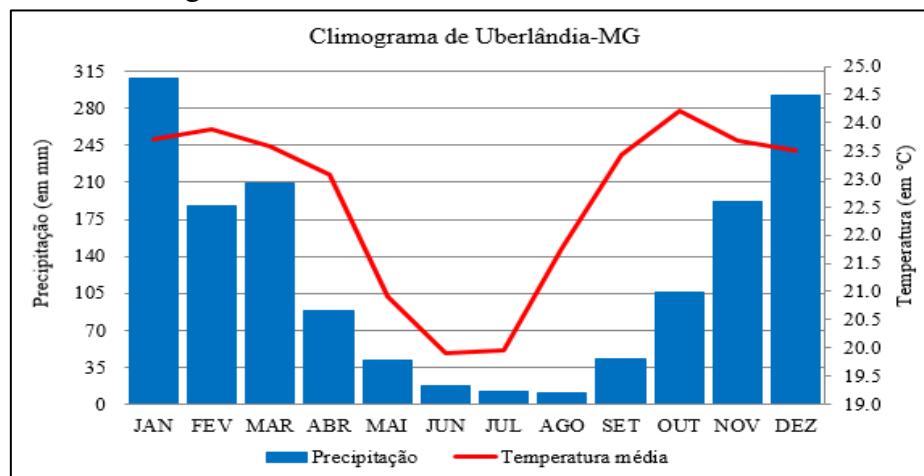
Síntese dos valores de médias compensadas de temperatura e totais de precipitação, da cidade de Uberlândia/MG, com base nos dados (validados e consistidos) da estação climatológica convencional, série histórica de 1981 a 2015, estão presentes na tabela 1 e no climograma, gráfico 1.

Tabela 1: Temperatura e precipitação média de Uberlândia-MG de 1981-2015

Meses	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
Prec. (mm)	309	187	210	88	41	17	11	10	43	105	192	292	1507
Temp. (°C)	23,7	23,9	23,6	23,1	20,9	19,9	20,0	21,8	23,4	24,2	23,7	23,5	22,6

Fonte: Autor (2017)

Gráfico 1: Climograma da cidade de Uberlândia-MG, série histórica de 1981 a 2015.



Fonte: Autor (2017)

De acordo com a tabela 1 e o gráfico 1, a precipitação é concentrada nos meses de outubro a março, sendo que os picos ocorrem nos meses de janeiro e dezembro, com 309 mm e 292 mm, respectivamente nesta ordem. No período de estiagem, que se estende dos meses de abril a setembro, as médias dos totais de precipitações são baixas, abaixo dos 100 mm, sendo os meses de julho e agosto com os menores valores médios de precipitação, com 10 mm e 11

mm, respectivamente. A precipitação média anual para a cidade de Uberlândia-MG é de 1.507 mm.

Concernente às temperaturas médias, os meses com maiores valores de temperatura compreende o período de setembro e abril, com valores médios acima dos 23 °C, sendo os meses de outubro e fevereiro os com valores mais elevados, com 24,2 °C e 23,9 °C, respectivamente. No período de maio a agosto, as temperaturas são mais amenas, sendo os meses de junho e julho os mais frios, com 19,9 °C e 20,0 °C, respectivamente. A temperatura média anual da cidade de Uberlândia-MG é de 22,6 °C e o gradiente entre o mês mais quente para o mês mais frio é de 4,3 °C.

Os dados apresentados na tabela 1 e gráfico 1 estão de acordo com as classificações climáticas apresentadas no quadro 2, bem como corrobora a atuação das dinâmicas atmosféricas que condicionam os tipos de tempo.

## 4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

---

Para conseguir atingir os objetivos propostos, utilizar-se-á de técnicas estatísticas para analisar o comportamento das variáveis climáticas da cidade de Uberlândia-MG, a partir de dados diários de temperaturas, umidade relativa do ar e precipitação, da série histórica de 1981 a 2015.

### 4.1. Obtenção dos dados e tratamento dos dados

Os dados das variáveis climáticas analisadas são provenientes dos registros da Estação Meteorológica de Observações de Superfície Convencional da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), localizada no campus Santa Mônica, cidade de Uberlândia-MG, coordenadas 18°55'01" de latitude S e 48°15'18" de longitude W, a uma altitude de 869 metros, sob coordenação do Laboratório de Climatologia e Recursos Hídricos (LCRH). Embora a Estação Convencional de Uberlândia não mais integre a rede de estações convencionais do INMET desde o ano de 2003, as coletas de dados diários continuam sendo feitas com a finalidade da manutenção e alimentação do banco de dados climatológico do LCRH.

A partir dos anos 2000, tem-se verificado uma ampliação na rede de Estações Meteorológicas de Observações de Superfície Automática (ou Estação Automática), devido a sanar problemas relacionados com falhas nas séries históricas, dificuldade de manutenção dos registros diários de dados por meio de equipe técnica responsável, alcance de maior precisão dos dados, além de diminuir o tempo de resposta dos dados, passando de 3 medições ao dia (as 9h, as 15h e as 21h, hora local) para dados horários. Com isso, no ano de 2003, foi anexado junto à Estação Convencional a Estação Automática da cidade de Uberlândia, sendo que, as coletas de dados realizados desde então (Convencional) não estão mais vinculados ao INMET,

mas sim, alimentando o banco de dados do LCRH da UFU, para fins de continuidade nas séries históricas e pesquisa.

É importante ressaltar que a Estação Convencional teve sua localização original no Complexo Parque do Sabiá, na Zona Leste da cidade de Uberlândia-MG, nas proximidades do campus da UFU-Santa Mônica, sob responsabilidade do IG (Instituto de Geografia) da mesma universidade. A transferência do local original para as dependências do campus Santa Mônica ocorreu no ano de 1996. No parque, verifica-se a existência de lagos artificiais e naturais, além de grande diversidade vegetativa. As variáveis utilizadas foram a mínima, média e máxima diárias de temperatura do ar; mínima, média e máxima diárias de umidade relativa do ar e, maiores alturas pluviométricas em 24 horas e totais mensal e anual de precipitação, da série histórica de 1981 a 2015.

A organização, tabulação e tratamento inicial dos dados foram feitas no programa Microsoft Excel 2013.

No ambiente do Excel, foi feita a validação e consistência dos dados, permitindo assim a eliminação de dados truncados ou discrepantes, cujos erros podem estar relacionados à digitação, leituras de instrumentos, dentre outros. Para a validação foram aplicados filtros para eliminar valores negativos, identificar dados em formato de texto, identificar valores que se encontram fora de uma amplitude determinada, tanto os mínimos quanto os máximos. Durante a verificação da consistência, foi aplicada função condicional “=SE”, em que, foi feita de forma sequencial a comparação entre os dados diários a fim de se identificar valores com amplitude superior a 3 °C. Amplitudes maiores que 3°C em dias consecutivos voltava-se na tabela de dados para conferência da veracidade desse dado.

Identificados os dados com amplitudes significativas, fez-se análise de seu valor em relação aqueles dos dias posterior e anterior, uma avaliação conjunta, averiguando nas outras variáveis se houve mudança brusca nos seus valores nos dias correspondentes. Caso constatada

oscilação numa sequência diária, o dado é mantido, de modo contrário, o valor de alta amplitude ocorrente de modo isolado, o mesmo é corrigido por meio de uma média dos valores dos dias anterior e posterior.

Para preenchimento das falhas de dados das variáveis analisadas, foi feita correlação linear simples entre a estação de Uberlândia e as estações convencionais mais próximas, sendo: Araxá-MG (distante 180 km), Uberaba-MG (distante 110 km) e Catalão-GO (distante 110 km), sendo que esta última foi a que teve maior correlação. Essa metodologia é amplamente utilizada para preenchimento de falhas em dados climatológicos, como em trabalhos de Nascimento et al. (2010), Chechi e Sanches (2013) e Balen e Sanches (2014).

A Correlação Linear Simples é uma técnica estatística que tem por objetivo verificar se existe relação entre duas variáveis, uma dependente e outra independente. Essa técnica permite estabelecer e quantificar a relação entre duas variáveis X e Y de modo que, os maiores valores da distribuição X se relaciona com os maiores valores da distribuição Y, e vice-versa. O mesmo acontece com os menores valores das distribuições (TUCCI, 2004). O grau do relacionamento entre as variáveis é medido pelo coeficiente de correlação. Para o estabelecimento das relações entre os dados de Uberlândia-MG e das estações próximas, utilizou-se o Coeficiente de Correlação de Pearson.

O coeficiente de correlação de Pearson pode ser calculado pela fórmula:

$$r_{xy} = \frac{s_{xy}}{(s_x \cdot s_y)} \quad (\text{Equação 1})$$

Onde:  $s_{xy}$  é a covariância;  $s_x$  é o desvio padrão da variável x;  $s_y$  é o desvio padrão da variável y.

A covariância, segundo Tucci (2004), pode ser calculada pela seguinte expressão:

$$s_{xy} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n x_i \cdot y_i - \bar{x} \cdot \bar{y} \quad (\text{Equação 2})$$

Onde:  $\bar{x}$  é a média da variável x;  $\bar{y}$  é a média da variável y; n é o número total de elementos da distribuição.

Após o cálculo da covariância, necessita-se realizar o cálculo do desvio padrão das variáveis X e Y, expresso pela expressão:

$$s = \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{(x_i - \bar{x})^2}{n}} \quad (\text{Equação 3})$$

Onde:  $\bar{x}$  é a média e; n é o número total de elementos da distribuição.

A partir do cálculo da expressão (1), encontra-se o valor do coeficiente de determinação ( $r^2$ ). O Coeficiente de correlação de Pearson (r) é a raiz quadrada do coeficiente de determinação. Esse coeficiente (r) é uma medida adimensional que varia de -1 até 1, sendo que, segundo Dancey e Reidy (2006),  $r = 0,10$  até  $0,30$  (correlação fraca);  $r = 0,40$  até  $0,60$  (correlação moderada);  $r = 0,70$  até  $1,0$  (correlação forte), ou seja, quanto mais próximo de 1,0 (independente do sinal, seja negativo ou positivo), maior é o grau de relação linear entre as variáveis e, quanto mais próximo de 0, menor é grau de relação linear.

A partir do valor encontrado do Coeficiente de Correlação de Pearson, é possível calcular a equação da reta de regressão, usada como base para o preenchimento das falhas. De acordo com Tucci (2004) a equação da reta é uma função do tipo geral  $Y = f[X]$ , sendo Y a amostra dos dados que está usando para o preenchimento das falhas da amostra X, de modo que, o X é a condicionada da variável Y que, por sua vez é a condicionante, ou seja, os valores

a serem preenchidos nas lacunas da série histórica de X varia em função a amostra de Y e pode ser calculada pela seguinte expressão:

$$\frac{(y - \bar{y})}{s_y} = \left[ \frac{s_{xy}}{(s_x \cdot s_y)} \right] \cdot \frac{(x - \bar{x})}{s_x} \quad (\text{Equação 4})$$

#### 4.2. Representação numérica de variáveis

Na análise estatística de dados em séries históricas, como por exemplo na área da climatologia, muitas vezes a própria amostra de dados não é capaz de satisfazer as necessidades para a compreensão de determinado fenômeno porque, muitas vezes, a amostra de dados é muito grande e de difícil análise como um todo. Para isso, Morettin e Bussab (2004) ressaltam a importância em se resumir a amostra, dando destaque para alguns dados que sejam representativos em uma série de dados, por meio das medidas de posição e de dispersão. As medidas de posição (também conhecidas como medidas-resumo) são importantes quando da necessidade de estimativas para o cálculo de IDF (Intensidade Duração e Frequência) e/ou Probabilidades, em que são necessárias essas medidas-resumo.

Entretanto, quando realizadas análises sobre variáveis, como, por exemplo, temperaturas, umidade relativa e precipitação, resumir séries históricas por meio de medidas de posição pode levar a tendenciosidades e mascaramento de informações importantes no resultado. Tucci (2004) discute a importância do tratamento estatístico a partir de dados diários porque, muitas vezes, o tratamento estatístico a partir de médias, séries anuais, sazonais ou mensais levam a resultados mascarados ou tendenciosos que podem não condizer com a realidade.

A seguir, será apresenta a localização do trabalho dentro da ciência estatística, além da representação de medidas relevantes para tratamentos estatísticos, incluindo as medidas

básicas, de posição e de dispersão, principalmente aquelas que serão utilizadas para os cálculos do IDF, Curva de Permanência e da Probabilidade, de modo que, esse sumário sirva como base de referência para as variáveis das expressões nas metodologias utilizadas. Sindelar, Conto e Ahlert (2014) serviram como referência para estatística descritiva, além das medidas base de máxima e mínima, Morettin e Bussab (2004) e Naghettini e Pinto (2007) foram as bases para a construção desse sumário de equações de medidas de posição e medidas de dispersão, sendo consultado também Tucci (2004).

A estatística é uma ciência que utiliza e extrai informações de dados, sendo que, a partir da coleta, organização, classificação, apresenta e interpreta dados para a compreensão de situações, de eventos ou fenômenos. Está presente em todas as ciências que procuram extrair informações a partir de dados para postular ou validar hipóteses sobre situações, eventos e fenômenos observáveis. Com o desenvolvimento, aprimoramento e aperfeiçoamento da tecnologia, a estatística é utilizada para melhorias no processo de produção, sendo que, essa otimização dá maior segurança no processo de tomada de decisão (SINDELAR, CONTO E AHLERT, 2014, p. 13-15).

No âmbito da ciência estatística, Fernandes (1999) divide o processo estatístico em 3 fases:

1º Obtenção de dados;

2º Descrição, classificação e apresentação dos dados (Estatística Descritiva);

3º Conclusões a tirar dos dados (Estatística Inferencial);

Na primeira fase, mais trabalhosa, os dados para análise desta dissertação foram obtidos do Banco de Dados do LCRH da UFU. A segunda fase, que ocorreu num primeiro momento da análise de dados e, aconteceu em 3 etapas:

i) Tabulação dos dados de temperatura (mínimas, médias e máximas mensais e anuais), umidade relativa (mínimas, médias e máximas mensais e anual) e precipitação (precipitação

máxima em 24 horas e totais mensais e anual) em planilha eletrônica do *software* Microsoft Excel 2013, a partir de dados diários.

ii) tratamento estatístico dos dados no *software* IBM-SPSS Statistics 24.0, em que para todas as 7 amostras de dados (item anterior), foram determinadas as mínimas, médias e máximas anuais (que significa dizer, por exemplo, que é a ocorrência diária mínima de temperatura mínima em referido ano) para compor tabelas com dados anuais abrangendo todo o período histórico. Sendo assim, foram determinadas as mínimas e médias da temperatura mínima, as máximas e média da temperatura máxima, as mínimas, médias e máximas da temperatura média; as mínimas, máximas e média da umidade relativa média, bem como suas variâncias.

iii) Os dados de saída do *software* IBM-SPSS Statistics 24.0, foram tratados novamente no Excel e, assim, geradas as tabelas e gráficos de apresentação apontando as ocorrências diárias, dentro do ano específico, para cada amostra de dados.

Na terceira fase, foram produzidos gráficos sazonais, anuais e decadais para a verificação de manutenção do padrão de regularidade (ciclo) nas distribuições das variáveis de temperatura (máxima, média e mínima), umidade relativa do ar (máxima, média e mínima) e precipitação (máxima e total), além de verificação se há tendências de modificação do padrão de distribuição das variáveis ao longo do período analisado.

#### 4.3. Medidas Básicas

As medidas base, definidas pelo autor desse trabalho, compreende a máxima, mínima e amplitude de uma amostra. Embora não sendo encontradas expressões gerais na bibliografia consultada, é de grande importância que se tenha conhecimento sobre elas antes das definições das medidas de posição e de dispersão.

A medida máxima é entendida como o maior valor de uma distribuição de dados. A medida mínima corresponde ao menor valor de uma distribuição, é o valor mínimo. A amplitude de uma distribuição corresponde à magnitude de variação existente entre os dados, que é a diferença entre os valores máximos e mínimos.

#### 4.4. Medidas de posição

As Medidas de Posição, de acordo com Naghettini e Pinto (2007) são “[...] medidas-resumo que sintetizam, de modo simples e econômico, o padrão de distribuição da variável em questão” (p. 69). Com isso, as medidas de posição são: média, mediana e moda.

- Média

A média é o valor médio de uma amostra, ou seja, o valor total das amostras dividido pelo número de elementos da amostra, é representada pela expressão:

$$\bar{x} = \frac{x_1 + \dots + x_n}{n} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (\text{Equação 5})$$

Onde:  $\bar{x}$  é a média;

$\sum_{i=1}^n x_i$  é o somatório do valor total da amostra;

n é o número de elementos da amostra.

- Mediana

A mediana é uma medida que indica a posição central de uma amostra de dados, quando estão organizados em ordem crescente. Quando o número de elementos da amostra for ímpar, realiza-se a seguinte expressão:

$$x_{md} = x_{\left(\frac{n+1}{2}\right)} \quad (\text{Equação 6})$$

Quando o número de elementos da amostra for par, utiliza-se a seguinte expressão:

$$x_{md} = \frac{x_{\left(\frac{n}{2}\right)} + x_{\left(\frac{n}{2}+1\right)}}{2} \quad (\text{Equação 7})$$

Onde:  $x_{md}$  é a mediana;

$n$  é o número de elementos da amostra.

- Moda

Moda é o valor que aparece com maior frequência (mais se repete) na amostra de dados.

Geralmente, a  $m_o$  (representação da medida de posição Moda) é dada por meio do gráfico de frequências, sendo que, a partir do estabelecimento dos intervalos de classe, a  $m_o$  aparece como sendo o valor mais frequente nesse intervalo de classe.

Não há uma fórmula base para o cálculo da moda, entretanto, Fernandes (1999) diz que para encontrar a moda de uma amostra, é conveniente organizá-la em ordem decrescente, sendo assim, podendo ser verificada a observação com maior recorrência, sendo que, de acordo com a autora, pode haver mais de uma moda em uma amostra. Sindelar, Conto e Ahlert (2014) ressaltam que a tendência é que uma amostra tenha apenas uma medida de moda, sendo que, quando há mais de uma moda em um conjunto de dados, é indicado verificar qual(is) fator(es) estão influenciando para que haja mais de uma moda amostral.

#### 4.5. Medidas de dispersão

As medidas de dispersão são fundamentais, pois, somente as medidas de posição não são capazes de revelar as informações sobre a variabilidade de uma amostra num conjunto de observações (MORETTIN; BUSSAB, 2004). A ideia sobre as medidas de dispersão é evidenciar a variabilidade dos dados em relação à média. A partir disso, as medidas de posição mais frequentemente utilizadas são: Desvio Padrão e Variância.

- Variância

É uma medida que verifica o quanto disperso os valores da amostra estão em relação à média. A variância é o desvio quadrático em relação à média e pode ser calculada pela seguinte expressão:

$$s^2 = \frac{1}{N - 1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \quad (\text{Equação 8})$$

Onde:  $s^2$  é a variância;  $\sum_{i=1}^n$  é o somatório do valor total da amostra;  $x_i$  é o maior valor máximo da amostra;  $\bar{x}$  é a média amostral

- Desvio Padrão

É a raiz quadrada da variância. É uma medida de dispersão mais vantajosa do que a variância porque, o resultado do desvio padrão se dá na mesma unidade das variáveis analisadas. É representada pela expressão:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}} \quad (\text{Equação 9})$$

Onde: S é o desvio padrão;

$\Sigma_{i=1}^n$  é o somatório do valor total da amostra;

$x_1$  é o valor máximo da amostra;

$\bar{x}$  é a média amostral

#### 4.6. Curva de Permanência

Curva de Permanência ou de duração, é um modelo gráfico bidimensional que tem por objetivo verificar a frequência que uma variável x (com determinado valor de referência), numa dada distribuição, permanecem iguais ou superiores a esse valor de referência. Em outras palavras, esse método se baseia nas frequências de ocorrências em que um valor estipulado possa ser igualado ou superado, ou seja, qual a porcentagem de tempo em que as variáveis permanecem iguais ou maiores à variável de referência na série histórica (TUCCI, 2004). O gráfico referente à curva de permanência relaciona os valores de referência no eixo das abscissas (eixo horizontal) com a permanência de tempo no eixo das ordenadas (eixo vertical), configurando, assim, o gráfico da Curva de Permanência (WILKS, 2006; THEBALDI, 2012).

Esse método consiste no estabelecimento de intervalos – ou classes –, de acordo com a magnitude das variáveis, associando as frequências de ocorrências em cada intervalo e acumulá-las (CRUZ; TUCCI, 2008).

O método da Curva de Permanência é amplamente utilizado na determinação de ocorrências de vazões máximas, entretanto, por se tratar de dados estatísticos, pode ser aplicado à análise de permanência de temperaturas máximas e umidade relativa máxima em que permanecem iguais ou ultrapassa o valor de referência. A sua aplicabilidade pode ser verificada nos trabalhos de Tucci (2004); Cruz e Tucci (2008); Thebaldi (2012); Queiroz, Oliveira e Pires (2016) e Maciel e Oliveira (2016).

Para esse trabalho, o método da Curva de Permanência foi utilizado para a determinação da frequência de ocorrência da permanência ao valor a ser igualado ou superado, da Temperatura Mínima, Temperatura Média, Temperatura Máxima, Umidade Relativa Mínima, Umidade Relativa Média e Precipitação. Para atingir esse objetivo, primeiro a série histórica foi dividida em quinquênios, no total de 7 quinquênios, e aplicadas as curvas de permanência para as variáveis em todos os quinquênios, a fim de verificar as variações interanuais e interquinquenais e se há variação entre os quinquênios.

Cruz (2001) reforça a ideia de que a realização de uma curva de permanência para todo o período analisado não é o ideal, devendo ser realizadas mensalmente de modo a evidenciar com mais precisão as ocorrências de determinados fenômenos. A partir dessa ideia, foram geradas curvas de permanências sazonais e quinquenais, de modo verificar variações, flutuações ou tendências nos valores de temperaturas.

A partir disso, seguem-se os passos utilizados para a construção da curva de permanência:

- i) Organização dos dados diários em planilha do Microsoft Excel 2013 em ordem decrescente;
- ii) Contagem do número total de elementos da amostra ( $n$ );
- iii) Cálculo da amplitude da amostra:

$$A = \text{máximo} - \text{mínimo} \quad (\text{Equação 10})$$

Onde:  $A$ : amplitude da amostra de dados;

Máximo: maior valor da amostra;

Mínimo: menor valor da amostra;

- iv) Cálculo do número do intervalo de classes ( $n$ ), ou seja, quantas serão as subdivisões da amostra. Calculada a partir da expressão:

$$N = 1 + 3,3 * \log_n \quad (\text{Equação 11})$$

Onde: N: é o número de intervalos de classes; n: é o número de elementos da amostra.

v) Determinação da amplitude do intervalo de classe:

$$k = \frac{A}{N} \quad (\text{Equação 12})$$

onde: K: é a amplitude do intervalo de classe;

A: amplitude da amostra de dados;

N: número de intervalos de classes.

#### 4.7. Determinação do período de estiagem

A partir dos dados diários de precipitação, foi possível determinar a quantidade e a sequência de dias chuvosos ou sem chuva. Com base nessa estimativa de sequências de dias sem chuvas ou com chuvas, ao longo do período histórico, evidencia se está havendo manutenção da regularidade das distribuições de chuvas, além da possibilidade de verificação de que, se está ocorrendo variação no padrão de distribuição das chuvas, pela quantidade de dias, além de poder estabelecer relação entre a quantidade de dias chuvosos com a altura pluviométrica total anual.

Com isso, foi analisada a quantidade e a sequência de dias sem chuvas de cada mês, além da contagem anual. Com as estimativas mensais de dias sem chuvas, foi feita a comparação de todos os meses no período analisado, por exemplo, foi analisado todos os meses de janeiro de 1981 a 2015; todos os meses de fevereiro de 1981 a 2015, assim sucessivamente

até completar todos os meses do ano. Além disso, foi feita uma comparação anual sobre a quantidade de dias chuvosos e secos, da série analisada.

Para a realização destas estimativas, foram utilizados os softwares Microsoft Excel 2013 e IBM-SPSS Statistics 24.0. Os passos de aplicação são descritos a seguir.

- 1º passo: lançar e organizar os dados diários de precipitação na planilha eletrônica do Excel, ao passo que, para cada dia do período analisado, há um valor de precipitação correspondente.
- 2º passo: aplicar a função “SE” no Excel. A partir dessa função é possível realizar a contagem dos dias que foram registradas precipitações e os dias que não houve chuva, com critérios definidos pelo autor. Para aplicação dessa função, utiliza-se uma coluna adjacente à coluna dos dados diários de precipitação. O critério de determinação de dias com chuva foi o seguinte: se o valor diário de precipitação for maior que 1,0 mm, foi considerado dia com mínimo registro de chuva, se for menor que 1,0 mm, foi considerado sem chuva.

De maneira geral, a função “SE” é dada pela expressão:

$$=\text{SE}(\text{teste lógico};[\text{valor se verdadeiro;}];[\text{valor se falso}]) \quad (\text{Equação 13})$$

Aplicando a função “SE” para esse trabalho, foram obtidas as seguintes expressões:

=SE(for maior que 1,0; [mantém o número 1];[caso contrário, retorne ao número 0]) para dias chuvosos e,

=SE(for menor que 1,0;[mantém o número 1];caso contrário, retorne ao número 0]), para dias secos

Na célula adjacente, insere-se a função “SE” por meio da entrada com o sinal de “=” seguido da expressão “SE”. Após a entrada, seleciona a célula que deseja aplicar a função (apenas a célula para o dia desejado) e insere a condição, no caso específico o valor de

referência foi maior ou igual ( $\geq$ ) ou menor ( $<$ ) que 1,0 mm, se a condição for verdadeira (ou seja, for maior que 1,0 mm para dias com chuva) mantém-se o número 1 (apenas para fins de diferenciação), se a condição não for verdadeira, retorna ao número 0 (apenas para fins de diferenciação).

Pela simbologia matemática, tem-se que:

$$f(x) \begin{cases} \text{dia de chuva, se } x \geq 1,0 \\ \text{dia sem chuva, se } x < 1,0 \end{cases}$$

Onde: x: é o valor da precipitação diária.

- 3º Passo: plotar a planilha organizada e já realizadas as funções “SE” no IBM-SPSS Statistics e determinar a contagem dos números de dias sem chuva e com chuva. Como o objetivo é a comparação dos meses de todos os anos, foi calculada a contagem mensalmente, agrupando o mesmo mês para todos os anos, de forma a gerar 12 tabelas de análise, além da contagem anual dos dados de modo a verificar a diferença interanual de dias com ou sem chuva.

No intuito de verificar as sequências de dias sem chuvas ao longo do ano, contribuindo para a identificação de veranicos na estação chuvosa, aplica-se uma dupla função “SE”, que tem por objetivo contar e acumular as células de referência. O espaço amostral para o cálculo dessa estimativa são as colunas em que já foram aplicadas a função “SE” anteriormente, com isso, a amostra terá apenas os seguintes valores: 0 para dias com chuva e 1 para dias sem chuva.

Ao longo da distribuição, após a dupla aplicação da função, se o valor for igual a 0, significa que houve chuva e a contagem é zerada, se o valor for igual a 1, todos os valores seguintes que forem iguais a 1 também serão somados, de forma que, quando o próximo valor for igual a 0, a contagem é zerada. A forma geral, a dupla função “SE” pode ser visualizada pela seguinte expressão:

$$=SE(teste\_lógico; \mathbf{SE}(teste\_lógico; [valor\_se\_verdadeiro]; [valor\_se\_falso]); [valor\_se\_verdadeiro]; [valor\_se\_falso])$$

(Equação 14)

A fim de diferenciar as duas funções se, utilizou-se itálico para a primeira função e negrito para a segunda função. Explicações mais detalhadas de como aplicar esse método foram descritas na sessão dos resultados obtidos sobre o período de estiagem, subitem 5.4.

#### 4.8. I-D-F (Intensidade-Duração-Frequência) e equação de chuvas intensas

As curvas de IDF (Intensidade-Duração-Frequência) constituem o estabelecimento de relação entre a intensidade da precipitação (mm/h), o tempo de duração da precipitação (min) e o período de retorno desse evento chuvoso intenso, em anos (MOHYMONT, DEMARÉE E FAKA, 2004). O método I-D-F tem como finalidade estimar as ocorrências e períodos de retorno de chuvas intensas, também chamada de chuvas extremas, por meio do emprego de equações de chuvas intensas. Nesse método, analisa-se a altura pluviométrica em função da duração e do tempo de retorno da precipitação.

A relação estabelecida pelo método IDF resultam em curvas paralelas em sentido decrescente, sendo que, a intensidade diminui com a duração e aumenta com o período de retorno. Com isso, depreende-se que em um evento de precipitação intensa ocorra num dado período de tempo, geralmente em minutos, podendo se estender a algumas horas (MOHYMONT, DEMARÉE E FAKA, 2004).

Entretanto, para o cálculo do IDF de uma localidade, primeiramente, há a necessidade de tratamento estatístico preliminar dos dados de precipitação da série histórica analisada, de modo a encontrar as máximas alturas pluviométricas no período de 24 horas (1 dia). Para esse

trabalho, foi utilizado o *software* IBM-SPSS Statistics 24.0, com dados de entrada de precipitação diária do período histórico analisado (amostra).

Após a determinação das máximas alturas pluviométricas no período de 24 horas, é necessário realizar o ajustamento da série de dados, por meio de aplicação de teste de distribuição, de modo a encontrar a probabilidade de ocorrência desses eventos chuvosos. Existem inúmeros métodos que podem ser utilizados para encontrar essa probabilidade, sendo que, de acordo com Kite (1988), os mais utilizados são: distribuição Log-Normal com dois parâmetros, Log-Normal com três parâmetros, distribuição Pearson tipo III, distribuição Log-Pearson tipo III e distribuição dos Extremos tipo 1. No Brasil a função de distribuição de probabilidade dos extremos é usualmente dada pela distribuição Extrema tipo 1, também conhecido como Distribuição de Gumbel. Já nos EUA, a função de distribuição padrão é dada pela distribuição Log-Pearson tipo III (CHOW, 1994).

Muitos outros autores têm utilizado do Método de distribuição dos extremos de Gumbel como, em Eltz, Reichert e Cassol (1992), Campos et. al. (2014), Maciel e Oliveira (2015) e Silva Júnior (2015). Para este trabalho, utilizou-se a função de distribuição dos extremos de Gumbel, equação 15. A partir da aplicação desse método, são identificadas as precipitações máximas com suas respectivas durações (dentro do período de 24 horas), bem como os períodos de retorno para cada precipitação máxima, em função da duração.

$$F(x) = e^{-e^{-(\frac{x-\mu}{\alpha})}} \quad (\text{Equação 15})$$

Onde:  $F(x)$ : função de densidade de probabilidade da distribuição de Gumbel;

$x$ : variável aleatória associada a valores máximos do período analisado;

$\mu$  e  $\alpha$ : parâmetros relacionados ao desvio padrão e média, respectivamente, da série utilizada;

$e$ : é a base dos logaritmos neperianos;

A determinação das variáveis  $\mu$  e  $\alpha$  são representadas pelas equações abaixo:

$$\alpha = \frac{\sqrt{6}}{\pi} * s \quad (\text{Equação 16})$$

Onde:  $\pi$  é uma constante (3,141592...);  $s$  é o desvio padrão.

$$\mu = \bar{x} - 0.5772 * \alpha \quad (\text{Equação 17})$$

Onde:  $\bar{x}$  é a média;  $\alpha$  é a valor da variável encontrada pela equação 16.

De acordo com Maciel e Oliveira (2015), estudos realizados por Weiss (1964), ao se incrementar 13% nos valores de precipitação - partindo do pressuposto que os dados de chuvas máximas para posterior análise da probabilidade se dá em posto único e fixo - obtêm-se magnitudes de chuvas máximas mais próximas da realidade do que sem a correção. Portanto, foi incrementada, após a aplicação do método de Gumbel, em 1.13 nos dados de precipitações máximas.

Após isso, foram estabelecidas relações entre as intensidades com os períodos de retorno verificados por meio do método de Gumbel, que é representada pela seguinte expressão:

$$I = \frac{P \text{ (mm)}}{t_{\text{duração}} \text{ (h)}} \quad (\text{Equação 18})$$

Onde:  $I$  é a intensidade das chuvas máximas (mm/h);

$P$ : é a precipitação (mm);

$t$ : tempo de duração (h).

A relação entre intensidade, duração e frequência (IDF) é dada pela expressão a seguir, que é a própria equação de chuvas intensas, com base na representação matemática de Bernard (1932):

$$I = \frac{a * T^b}{t + c^d} \quad (\text{Equação 19})$$

Onde: I é a intensidade da chuva (mm/h);

a é a constante de regressão;

$T^b$  é o período de retorno elevado ao seu coeficiente de regressão;

$t^c$  é a duração da chuva elevada ao seu coeficiente de regressão.

No intuito de validação do índice I-D-F, foi aplicado uma constante (A) e um coeficiente de regressão (B) para todos os períodos de retorno estabelecidos. Com isso, substitui-se o numerador “a \*  $T^b$ ” por “d”, sendo que:

$$d = a * T^b \quad (\text{Equação 20})$$

Onde: a é a constante de regressão;

$T^b$ : é o período de retorno elevado ao seu coeficiente de regressão;

Resultando em:

$$I = \frac{d}{t^c} \rightarrow I = d * t^{-c} \quad (\text{Equação 21})$$

Onde: I é a intensidade da chuva, em mm/h

d: é o resultante da substituição;

$t^{-c}$ : é o período de retorno elevado ao seu coeficiente de regressão negativo.

Probabilidade é uma estimativa que verifica as chances de ocorrência de um evento, sendo que, ele possa ser alcançado ou ultrapassado. A partir da probabilidade, calcula-se a porcentagem de chance que um evento de referência possa ocorrer novamente ou de maior magnitude. Período de retorno (T) é uma estimativa que possibilita identificar o período de tempo médio em que um evento, geralmente associado a variáveis hidrológicas, possa ser igualado ou superado pelo menos uma vez. A partir do cálculo do período de retorno, verifica-se em qual período de tempo (geralmente dado em anos) determinado evento possa acontecer novamente ou ser superado (CHOW, et. al., 1994).

A probabilidade foi calculada a partir do método de Gumbel, também conhecida como distribuição dos extremos tipo 1. Pode ser calculada tanto para eventos de mínimos quanto de máximos. Para esse trabalho, foi utilizado apenas para eventos de precipitação máxima, bem como o período de retorno desses eventos.

O método de Gumbel sobre distribuições de eventos extremos de máxima já foi apresentado na explicação do método de I-D-F, podendo ser verificado nas equações (15), (16) e (17).

O período de retorno, de acordo com Chow et. al. (1994) é o inverso da probabilidade:

$$T = \frac{1}{P} \quad (\text{Equação 22})$$

Onde, T: é o período de retorno ou recorrência do evento determinado (em anos);  
 P é a probabilidade de ocorrência do evento determinado.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

---

Neste primeiro momento será feita uma análise em termos de comportamento geral dos valores das variáveis. Análise mais específica será feita em momento oportuno, quando da aplicação do método de Curva de Permanência para tratamento dos dados das temperaturas e, por fim, aplicação dos métodos de Curvas de Intensidade, Duração e Frequência - IDF e construção da equação de chuvas intensas.

Após a tabulação dos dados da série histórica analisada, em determinados períodos, foram encontradas falhas ou ausência de dados nas variáveis de temperatura média, temperaturas máxima e mínima, umidade relativa e precipitação. Para isso, utilizou-se do método de Correlação Simples, por meio do Coeficiente de Correlação de Pearson, com dados de outras estações próximas.

Para a aplicação do método do Coeficiente de Correlação de Pearson para o preenchimento de falhas, primeiramente, foi feita a identificação das estações de medição nas cidades próximas à estação convencional de Uberlândia-MG. Após a identificação das estações próximas, foram extraídos os dados a partir do BDMEP (Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa) do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) e verificadas as estações com dados consistentes. Pelo critério foram selecionadas as Estações Meteorológicas de Observações de Superfície Convencionais das cidades de Araxá(MG), Catalão(GO) e Uberaba(MG).

Foram aplicados os testes de correlação nos dados diários de Temperatura do Ar Máxima, Média e Mínima, Umidade Relativa do Ar e Precipitação, nas três (3) estações, por meio do software Microsoft Excel 2013. Após a aplicação do método, chegou-se à conclusão que, os dados da estação convencional da cidade de Catalão-GO apresentaram forte correlação com os dados da estação convencional da cidade de Uberlândia-MG, nos dados de Temperatura

Média e Umidade Relativa do Ar, em detrimento das estações das cidades de Araxá-MG e Uberaba-MG.

A tabela 2 apresenta os Coeficientes de Determinação ( $r^2$ ) derivados do quadrado do Correlação de Pearson (r), que são apresentados junto com a equação da reta, dos dados das variáveis da estação de Uberlândia-MG com os dados das variáveis das estações de Araxá-MG, Catalão-GO e Uberaba-MG.

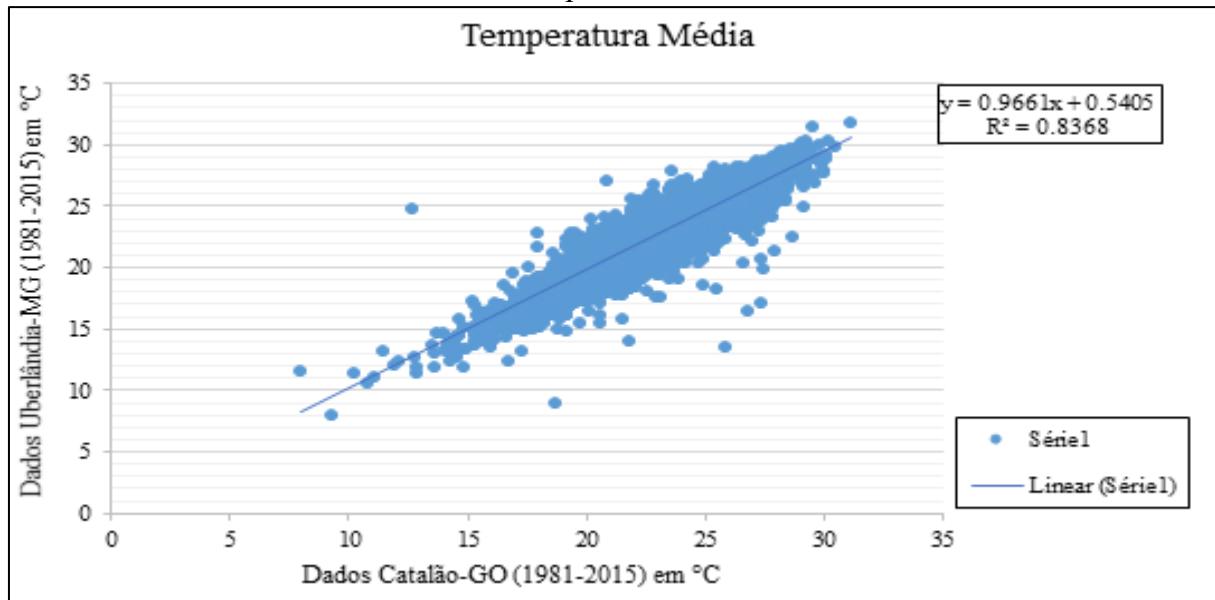
Tabela 2: Coeficientes de Determinação ( $r^2$ ) das variáveis Temperaturas Máxima, Média e Mínima, Umidade Relativa e Precipitação com as estações convencionais próximas à estação de Uberlândia-MG

<b>COEFICIENTES DE DETERMINAÇÃO (<math>R^2</math>)</b>					
<b>Estações</b>	<b>Temp. Máxima</b>	<b>Temp. Média</b>	<b>Temp. Mínima</b>	<b>Umidade Relativa</b>	<b>Precipitação</b>
Araxá (MG)	$r^2 = 0,6560$	$r^2 = 0,7891$	$r^2 = 0,4993$	$r^2 = 0,5026$	$r^2 = 0,1736$
Catalão (GO)	$r^2 = 0,6634$	$r^2 = 0,8368$	$r^2 = 0,5205$	$r^2 = 0,7563$	$r^2 = 0,1802$
Uberaba (MG)	$r^2 = 0,6247$	$r^2 = 0,7853$	$r^2 = 0,6704$	$r^2 = 0,6107$	$r^2 = 0,1864$

Fonte: Autor (2017)

De acordo com a tabela 2, é possível observar que, as mais fortes correlações entre os dados diários são obtidas entre as estações das cidades de Uberlândia (MG) com Catalão (GO), para os dados de Temperatura Média e Umidade Relativa. Apesar de ter forte correlação nos dados de temperatura média com as estações de Araxá e Uberaba, a correlação foi mais forte com os dados de Catalão, por isso, optou-se realizar o preenchimento de falhas por estes dados. O gráfico 2 apresenta a correlação da temperatura média diária entre os dados das estações de Uberlândia-MG e Catalão-GO.

Gráfico 2: Dispersão dos dados de Temperatura Média entre as estações de Uberlândia-MG e Catalão-GO, no período de 1981 a 2015



Fonte: Autor (2017)

O gráfico 2 evidencia a concentração dos dados de temperatura média em torno da reta. O Coeficiente de Determinação calculado é de 0,837, denotando alta correlação. A equação da reta, que foi utilizada para o preenchimento das falhas nos dados, é a seguinte:  $y = 0,9661x + 0,5405$ , sendo  $x$  o valor da temperatura média da estação próxima.

Para a realização do preenchimento de falhas na série histórica da estação que esteja trabalhando, é necessário que haja os dados correspondentes na estação próxima. Quando as falhas ocorrem no mesmo intervalo entre as estações (sejam elas diários, mensais, anuais, sazonais), não é possível que sejam preenchidas as falhas pelo método de Correlação. Após a aplicação das equações para o preenchimento, foi verificado que havia falhas em alguns períodos que necessitavam de serem preenchidas, com isso, a série histórica de Temperatura Média do Ar não foi totalmente preenchida.

Para a variável temperatura máxima, as falhas representaram 16,6% do total e ocorreram no mês de dezembro de 1984, setembro de 1985, na totalidade dos anos de 1986, 1987, 1988 e 1989, em janeiro e fevereiro de 1990, maio e setembro de 1991, setembro de 1993, abril de

2007, e em dias dos meses de agosto, setembro, novembro e dezembro de 2013 e em janeiro, abril, maio, junho e julho de 2014.

As falhas nas temperaturas mínimas representaram 13,9% do total dos dados e ocorreram nos meses de dezembro de 1984, setembro de 1985, na totalidade dos anos de 1986, 1987, 1988 e 1989, janeiro e fevereiro de 1990, maio e setembro de 1991, setembro de 1993 e em abril de 2007. Nos dados de temperatura média as falhas representaram 0,9% do total e suas ocorrências foram nos meses de maio e dezembro de 1987 e dezembro de 1988.

Devido ao volume de ausência de dados nas variáveis temperatura máxima e mínima diárias, sobretudo a partir de 2010, verificou-se a correlação entre os dados das estações convencional e automática da cidade de Uberlândia-MG. Inicialmente, os dados das temperaturas máxima e mínima diárias da Estação Meteorológica de Observações de Superfície Automática foram obtidos por meio do BDMEP do INMET e tabulados no Microsoft Excel. Após a aplicação do teste de correlação entre as estações, via Coeficiente de Determinação, foram encontradas forte correlação linear entre os dados, podendo ser verificadas na tabela 3, abaixo.

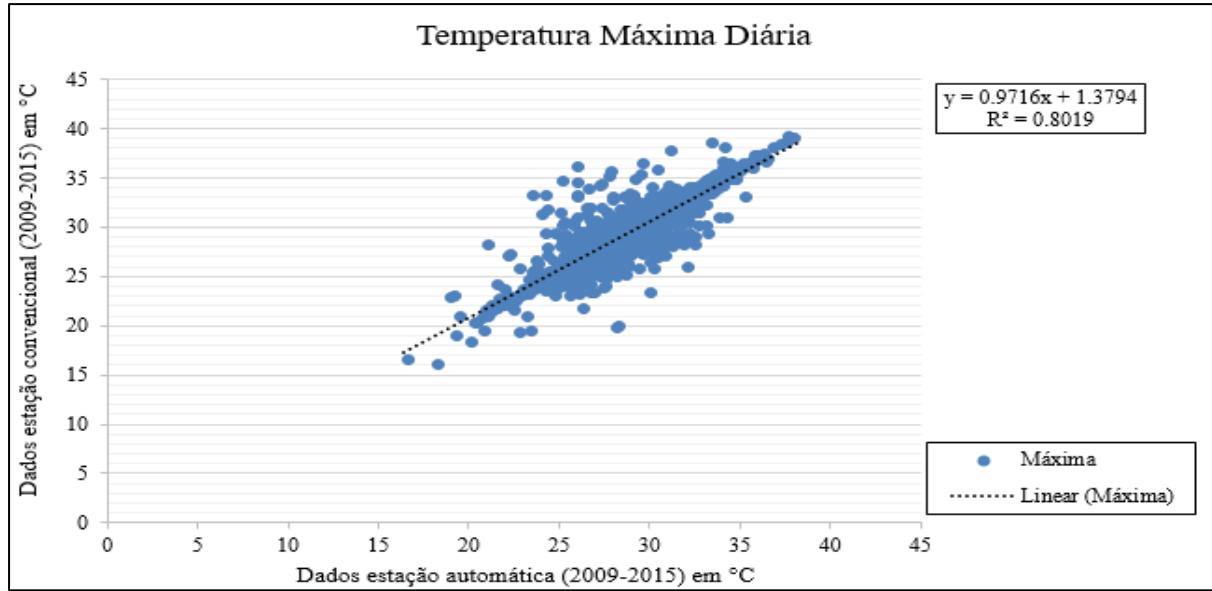
Tabela 3: Coeficiente de Determinação das variáveis Temperaturas Máxima e Mínima diárias com a estação automática de Uberlândia-MG

<b>COEFICIENTES DE DETERMINAÇÃO (<math>R^2</math>)</b>		
<b>Estação</b>	<b>Temperatura Máxima</b>	<b>Temperatura Mínima</b>
Uberlândia (MG) - Automática	$r^2 = 0.8019$	$r^2 = 0.8128$

Fonte: Autor (2017)

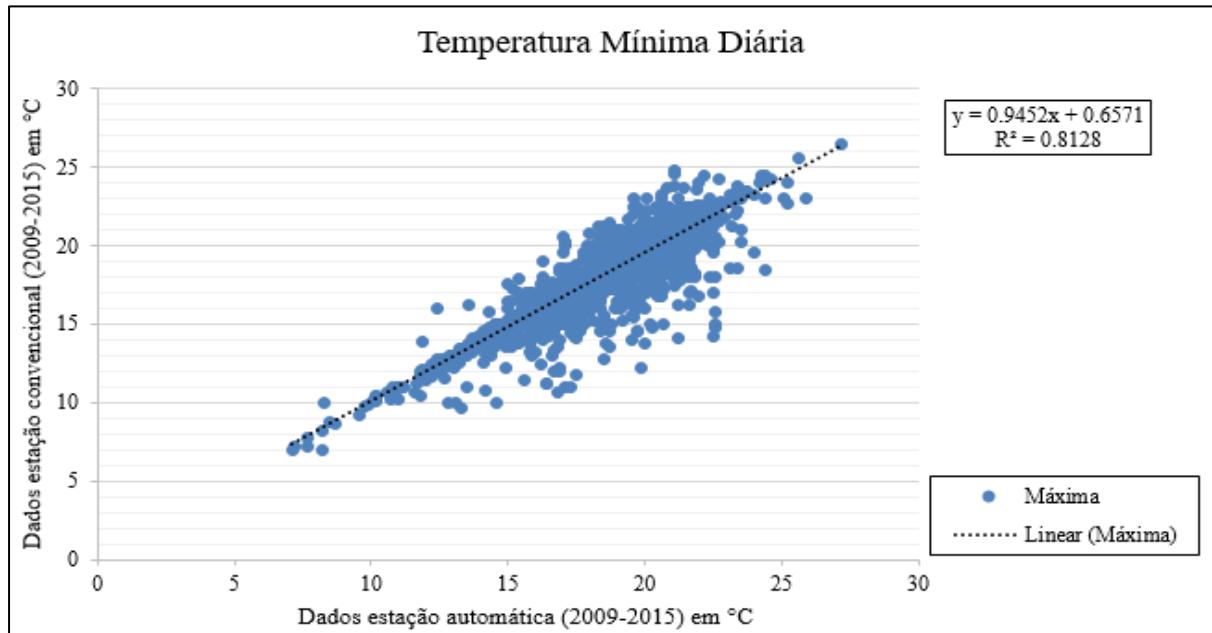
De acordo com a tabela 3, verifica-se que os coeficientes de correlação entre as estações Automática e Convencional apresentaram alta correlação linear entre as variáveis (temperatura máxima e mínima diárias), sendo que, o coeficiente de determinação ( $r^2$ ) da temperatura máxima é de 0,80, o Coeficiente de Correlação de Pearson ( $r$ ) é de 0,89 e, para a temperatura mínima, o coeficiente de determinação ( $r^2$ ) foi de 0,8128 e coeficiente de correlação ( $r$ ) de 0,90, ver gráficos 3 e 4.

Gráfico 3 - Dispersão dos dados de Temperatura Máxima diária entre as estações Automática e Convencional de Uberlândia-MG, no período de 2009 a 2015



Fonte: Autor (2017)

Gráfico 4: Dispersão dos dados de Temperatura Mínima diária entre as estações Automática e Convencional de Uberlândia-MG, no período de 2009 a 2015



Fonte: Autor (2017)

De acordo com os gráficos de dispersão 3 e 4, foi possível verificar que forte correlação entre os dados de temperaturas máxima e mínima entre as estações automática e convencional, no período entre 2009 a 2015. Para a Temperatura máxima a correlação foi de  $r = 0,8954$  e, para a temperatura mínima a correlação foi de  $r = 0,9015$ .

Verificada forte correlação entre os dados das estações, por meio das equações das retas dos gráficos 3 e 4 é possível preencher as falhas nos dados. Para a temperatura máxima, as falhas nos dados podem ser preenchidas por meio da equação:  $y = 0,9716x + 1,3794$ , sendo “y” o valor a ser encontrado e, “x” o valor de temperatura máxima correspondente na mesma data registrado pela estação automática. Para a temperatura mínima, a equação da reta foi de:  $y = 0,9452x + 0,6571$ , sendo “y” o valor a ser encontrado e, “x” o valor de temperatura mínima correspondente na mesma data registrado pela estação automática.

## 5.1. TEMPERATURA

No anexo A estão dispostos os dados referentes às temperaturas máximas diárias (absoluta e média), mínimas diárias (absoluta e média) e, médias diárias (máxima, mínima e média), a título de conferência dos dados.

### 5.1.1. Temperaturas máximas (máxima absoluta anual)

Os eventos diários de temperatura máxima, cujos valores mais significativos (pico) dentro de cada ano, as máximas absolutas anuais, série histórica 1981 a 2015, estão sumariadas na tabela 4.

Tabela 4: Sumário dos eventos anuais mais significativos de temperatura máxima absoluta de Uberlândia-MG de 1981-2015

<b>Dia</b>	<b>Mês</b>	<b>Ano</b>	<b>Temperatura Máxima absoluta (°C)</b>
21	09	1981	35,2
26	11	1982	33,8
11	03	1983	32,8
04	11	1984	34,8
17	11	1985	35,6
11	10	1990	35,6
26	12	1991	34,2
07	01	1992	33,2
02	11	1993	34,6
03	10	1994	36,6
04	10	1995	36,4
26	01	1996	34,0
29	09		
14	10	1997	36,6
14	10	1998	37,5
13	01		
03			
16	10	1999	35,0
17			
03	11		
22	10	2000	36,2
07	04	2001	36,8
12	10	2002	36,8
13			
25	09	2003	36,2
09	10	2004	35,9

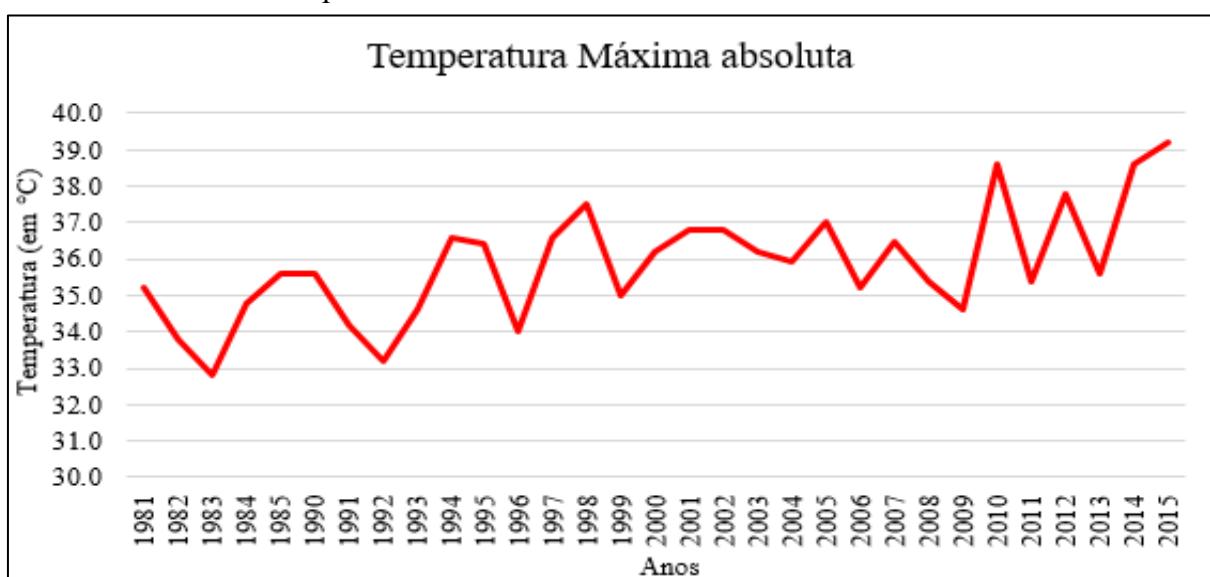
17	10	2005	37,0
25	01	2006	35,2
18	10	2007	36,5
29	10	2008	35,4
16	11	2009	34,6
06	09	2010	38,6
29	09	2011	35,4
16	04	2012	37,8
01	02	2013	35,6
15	10	2014	38,6
18	10	2015	39,2

Fonte: Autor (2017)

Observando a tabela 4 verifica-se que o menor valor de temperatura máxima absoluta foi de 32,8 °C e ocorreu no dia 11 de março de 1983 e, de outro modo, o maior valor, 39,2 °C, ocorreu no dia 18 de outubro de 2015, representando uma amplitude de 6,4 °C.

Os dados analisados na tabela 4 são as temperaturas máximas diárias verificadas em cada ano, ou seja, o maior valor de temperatura máxima registrado nos respectivos anos. Nos anos de 1996 e 2002, o valor máximo de temperatura se repetiu por duas vezes em dias alternados e, por fim, verificaram-se quatro ocorrências de repetição de valor de pico no ano de 1999. No gráfico 5 é possível observar o comportamento das temperaturas máximas absolutas de cada ano da série analisada.

Gráfico 5: Temperatura máxima absoluta de Uberlândia-MG de 1981-2015



Fonte: Autor (2017)

No período de 1981 a 1993, os picos anuais de temperatura máxima (máxima absoluta) estiveram abaixo dos 36 °C, evoluindo para 37 °C entre os anos de 1997 a 2009 e, para o período de 2010 a 2015, em três momentos distintos (nos anos de 2010, 2014 e 2015) os picos superaram os 38 °C, com destaque para 2015, ano em que ocorreu a maior temperatura (39,2 °C) na série analisada, conforme analisado no gráfico 5.

Analizando o gráfico é perceptível uma evolução quase linear das temperaturas máximas na série histórica analisada.

#### 5.1.2. Temperaturas máximas (média anual)

Os valores de médias anuais de temperatura máxima do período de 1981 a 2015 estão dispostos na tabela 5.

Tabela 5: Sumário das médias anuais de temperatura máxima de Uberlândia-MG de 1981-2015

Ano	Temperatura Máxima Média (°C)
1981	28,3
1982	28,1
1983	28,0
1984	29,2
1985	28,6
1990	28,9
1991	28,8
1992	28,4
1993	29,0
1994	29,7
1995	29,4
1996	28,9
1997	29,5
1998	30,4
1999	29,1
2000	28,6
2001	29,0
2002	29,7
2003	28,9
2004	28,7
2005	28,9
2006	28,1
2007	29,0

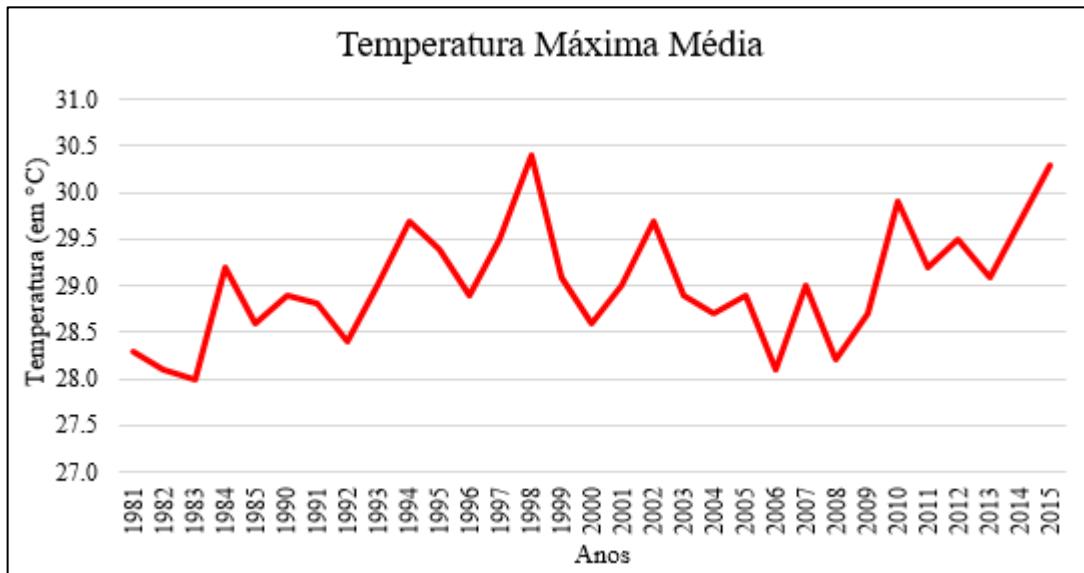
2008	28,2
2009	28,7
2010	29,9
2011	29,2
2012	29,5
2013	29,1
2014	29,7
2015	30,3
<b>Média</b>	<b>29,0</b>

Fonte: Autor (2017)

No período analisado, por meio de análise sobre a tabela 5, a temperatura máxima média anual foi de 29,0 °C. O menor valor de temperatura máxima média foi de 28,0 °C com ocorrência no ano de 1983 e, em contrapartida, o maior valor foi registrado no ano de 1998, com 30,4 °C. Com isso, verifica-se uma amplitude de 2,4 °C, entre o ano com a maior média e o ano com a menor média.

No gráfico 6 é possível observar o comportamento anual das temperaturas máximas médias.

Gráfico 6: Temperaturas máximas, média anual de Uberlândia-MG de 1981-2015



Fonte: Autor (2017)

De acordo com o gráfico 6, no período de 1981 a 1997, as temperaturas máximas médias estiveram abaixo dos 30,5 °C, atingindo pico no ano de 1998 (30,4 °C). Entre os anos de 1999 a 2014, as temperaturas médias máximas mantiveram-se no intervalo entre 28 °C e 30 °C, sendo

que, no ano de 2015, foi registrado 30,2 °C. Observa-se ainda que a partir de 2008 há uma tendência de evolução dos valores.

### 5.1.3. Temperaturas mínimas (mínima absoluta anual)

Os eventos diários de temperatura mínima absoluta, que representa o valor absoluto mínimo dentro de cada ano, da série histórica 1981 a 2015, estão sumariados na tabela 6.

Tabela 6: Sumário dos eventos anuais mais significativos de temperatura mínima absoluta de Uberlândia-MG de 1981-2015

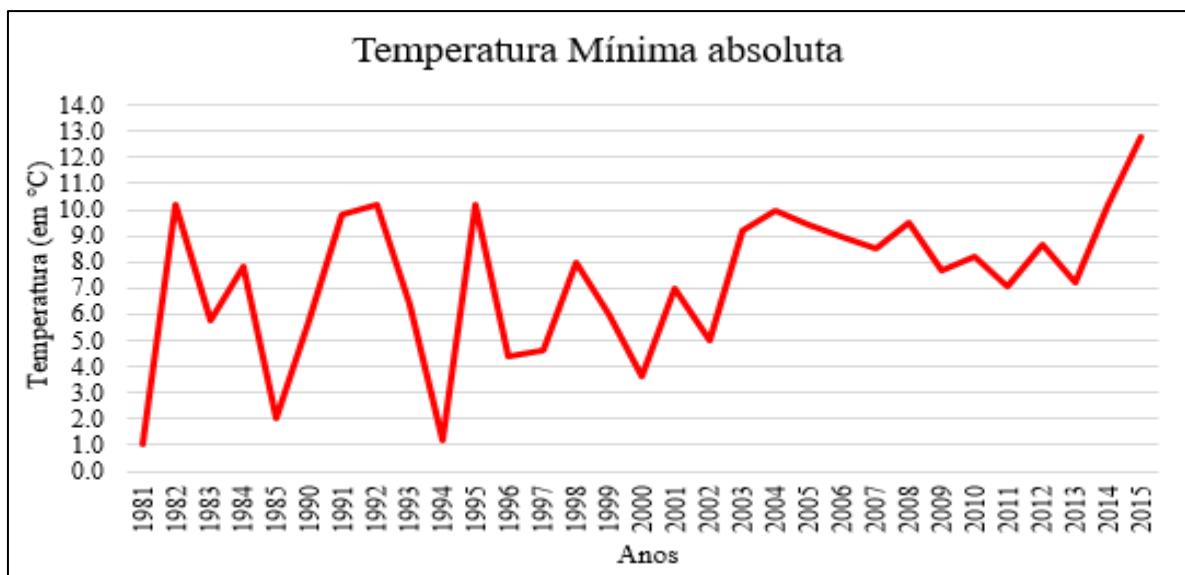
<b>Temperatura Mínima absoluta (°C)</b>	<b>Ano</b>	<b>Mês</b>	<b>Dia</b>
1,0	1981	07	21
10,2	1982	05	28
5,8	1983	08	03
7,8	1984	08	27
2,0	1985	06	10
5,8	1990	05	19
9,8	1991	08	17
10,2	1992	08	14
6,4	1993	08	01
1,2	1994	04	25
	1994	06	26
10,2	1995	05	20
4,4	1996	06	30
4,6	1997	06	09
8,0	1998	06	27
6,0	1999	05	31
3,6	2000	07	17
7,0	2001	06	28
5,0	2002	09	03
9,2	2003	05	08
10,0	2004	07	23
	2004	07	24
9,4	2005	05	27
9,0	2006	06	28
	2006	09	25
8,5	2007	05	25
9,5	2008	09	23
7,7	2009	06	03
8,2	2010	05	13
7,1	2011	08	04
8,7	2012	07	19
7,2	2013	08	28
10,2	2014	05	28
12,8	2015	06	27

Fonte: Autor (2017)

Observando a tabela 6, o menor valor de temperatura mínima absoluta foi de 1,0 °C e ocorreu no dia 21 de julho 1981 e foi a temperatura mínima extrema encontrado em todo o período analisado, já o maior valor de temperatura mínima ocorreu no ano de 2015, registrando 12,8 °C. A amplitude entre o maior e o menor valor encontrado foi de 11,8 °C.

Em 28 anos, do total de 31 anos analisados, os extremos de temperatura mínima se resumiram em apenas uma ocorrência ao ano, sendo que nos anos de 1994, 2004 e 2006, o valor de pico se repetiu por duas vezes em dias alternados. No gráfico 7, estão dispostas as temperaturas mínimas absolutas diárias do período de 1981 a 2015 de Uberlândia-MG.

Gráfico 7: Temperatura mínima absoluta de Uberlândia-MG nos anos de 1981-2015



Fonte: Autor (2017)

De acordo com o gráfico 7, os anos de 1981, 1985 e 1994 representaram os menores valores de todo o período analisado, com 1,0 °C, 2,0 °C e 1,2 °C, respectivamente. Nos anos de 1982, 1992, 1995 e 2014 as temperaturas mínimas atingiram um valor máximo de 10,2 °C, sendo que, no ano de 2015, foi registrada o maior valor de temperatura mínima, com 12,8 °C. Esses foram os únicos anos que registraram a temperatura mínima diária acima dos 10,0 °C, com destaque para o ano de 1991, que atingiu a marca de 9,8 °C, muito próximo dos 10,0 °C.

De 1981 a 1985, corroborado pelo gráfico 7, as mínimas absolutas apresentaram uma elevada variação interanual, com significativa discrepância entre os mínimos em anos consecutivos. Por exemplo, o ano de 1981, que ocorreu a temperatura mínima extrema, foi sucedida pela temperatura mínima de 10,2 °C em 1982, a segunda maior temperatura mínima registrada. Igualmente, no ano de 1994 foi registrado o mínimo de 1,2 °C em contrapartida, o ano de 1995 registou 10,2 °C apresentando uma discrepância entre os valores mínimos de temperaturas em anos consecutivos.

Do ano de 2003 até 2015, é possível verificar uma baixa variação interanual da temperatura mínima e, a partir do ano de 2002, na estação meteorológica, não foi registrado nenhum valor de temperatura mínima diário abaixo dos 5,0 °C.

#### 5.1.4. Temperaturas mínimas (média anual)

Os valores de médios de temperatura mínima média do período histórico de 1981 a 2015 estão organizados na tabela 7.

Tabela 7: Temperaturas mínimas, média anual de Uberlândia-MG de 1981-2015

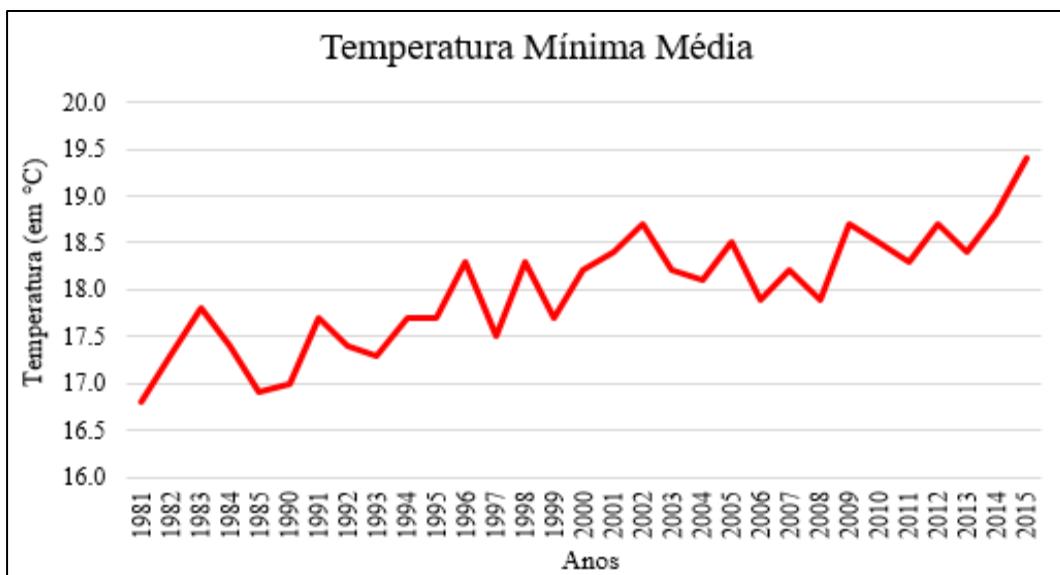
Ano	Temperatura Mínima Média (°C)
1981	16,8
1982	17,3
1983	17,8
1984	17,4
1985	16,9
1990	17,0
1991	17,7
1992	17,4
1993	17,3
1994	17,7
1995	17,7
1996	18,3
1997	17,5
1998	18,3
1999	17,7
2000	18,2

2001	18,4
2002	18,7
2003	18,2
2004	18,1
2005	18,5
2006	17,9
2007	18,2
2008	17,9
2009	18,7
2010	18,5
2011	18,3
2012	18,7
2013	18,4
2014	18,8
2015	19,4
<b>Média</b>	<b>17,9</b>

Fonte: Autor (2017)

As médias anuais de temperatura mínima, organizadas na tabela 7, evidenciam uma baixa variação anual no período analisado. A média da temperatura mínima de Uberlândia-MG é de 17,9 °C. O valor mínimo verificado foi no ano de 1981, com 16,8 °C, com destaque para o ano de 1985 que marcou média mínima de 16,9 °C, sendo esses dois anos (1981 e 1985) os únicos anos com médias de temperaturas mínimas abaixo dos 17 °C e, o valor máximo foi de 19,4 °C no ano de 2015. Com isso, a amplitude entre a menor e a maior média foi de 2,6 °C. O comportamento das temperaturas mínimas médias anuais estão representadas pelo gráfico 8.

Gráfico 8: Temperatura mínima, média anual de Uberlândia-MG de 1981-2015



Fonte: Autor (2017)

O gráfico 8 evidencia que, os menores valores de temperatura mínima média estão concentrados na primeira metade dos anos analisados, com destaque para os anos de 1981, 1985, 1983 e 1997, apresentando valores abaixo do 17,5 °C. A partir do ano de 2000, todos os valores anuais foram iguais ou acima da média, com destaque para o ano de 2015, que apresentou média mínima de 19,4 °C, sendo a primeira vez em todo o período analisado que a média mínima foi maior que 19 °C.

#### 5.1.5. Temperatura média anual

Os valores de temperatura média anual de Uberlândia-MG da série histórica de 1981 a 2015, bem como a temperatura média geral estão sumarizados na tabela 8.

Tabela 8: Sumário da temperatura média anual de Uberlândia-MG de 1981-2015

Ano	Temperatura Média Anual (°C)
1981	21,5
1982	21,6
1983	21,9
1984	22,2
1985	22,0
1986	22,0
1987	22,9
1988	22,2
1989	22,0
1990	22,2
1991	22,1
1992	21,9
1993	22,2
1994	22,6
1995	22,6
1996	22,8
1997	22,8
1998	23,5
1999	22,9
2000	21,4
2001	23,0
2002	23,6
2003	22,9
2004	22,7
2005	23,0
2006	22,6

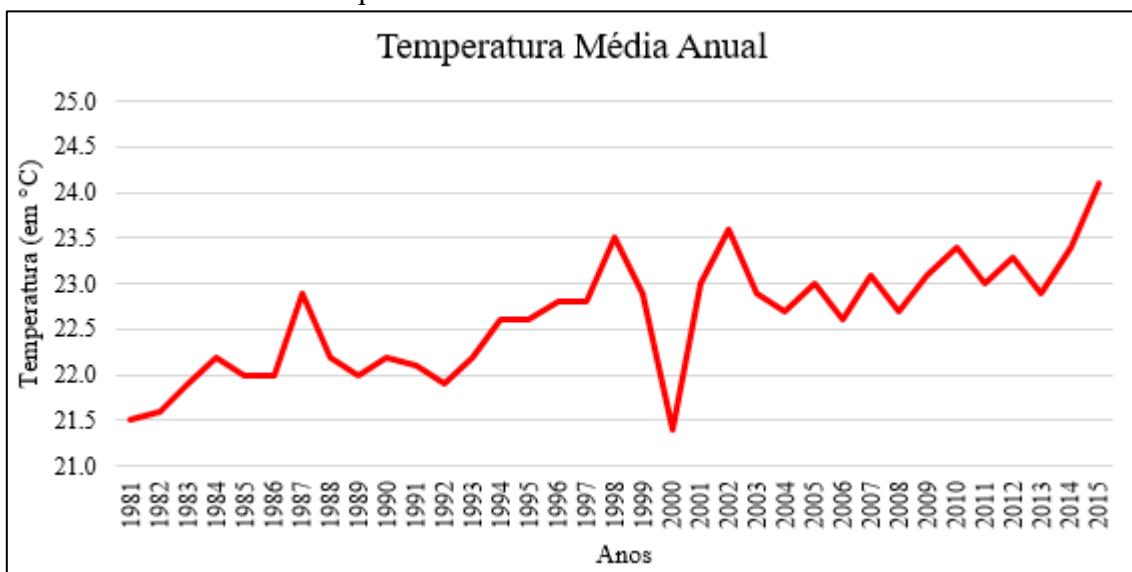
2007	23,1
2008	22,7
2009	23,1
2010	23,4
2011	23,0
2012	23,3
2013	22,9
2014	23,4
2015	24,1
<b>Média</b>	<b>22,6</b>

Fonte: Autor (2017)

Observando a tabela 8, verifica-se que a temperatura média do município de Uberlândia-MG, no período analisado, é de 22,6 °C. O menor valor de temperatura compensada média foi verificada no ano de 2000, com 21,4 °C e a maior temperatura compensada média foi registrada no ano de 2015, com 24,1 °C. Esse ano foi o primeiro, do total de 35 anos de análise, a ultrapassar a marca dos 24°C. A partir do ano de 2001 não é verificada temperatura média anual maior que a média do período analisado, no município de Uberlândia-MG.

Por meio do gráfico 9, é possível verificar o comportamento das temperaturas médias anuais de Uberlândia-MG para o período de 1981 a 2015.

Gráfico 9: Temperatura média anual de Uberlândia-MG de 1981-2015



Fonte: Autor (2017)

Do ano de 1981 a 1999 pode ser observado que a linha de temperatura apresenta um crescimento sendo que, no ano de 1981 a temperatura média foi de 21,5 °C e no ano de 1999 o

registro foi de 22,9 °C. No ano 2000 há uma queda na temperatura média, com registro de 21,4 °C, se tornando o ano com a menor valor de temperatura da série histórica analisada, de acordo com o gráfico 9. A partir desse ano, as temperaturas médias anuais estão aumentando, com destaque para os anos de 2002 e 2015, que possuem as maiores temperaturas do período, com 23,6 °C e 24,1 °C, respectivamente. No ano de 2014 foi registrada a temperatura de 23,4 °C e sucedida, no ano de 2015, por temperatura média de 24,1 °C, o que marcou como a maior temperatura média do período estudado.

#### 5.1.6. Temperatura média máxima

Os dados referentes à temperatura média máxima diária de Uberlândia-MG, do período de 1981 a 2015 estão summarizados na tabela 9. Nela, são destacadas as datas de ocorrência dos eventos diários mais significativos dentro de cada ano, os picos.

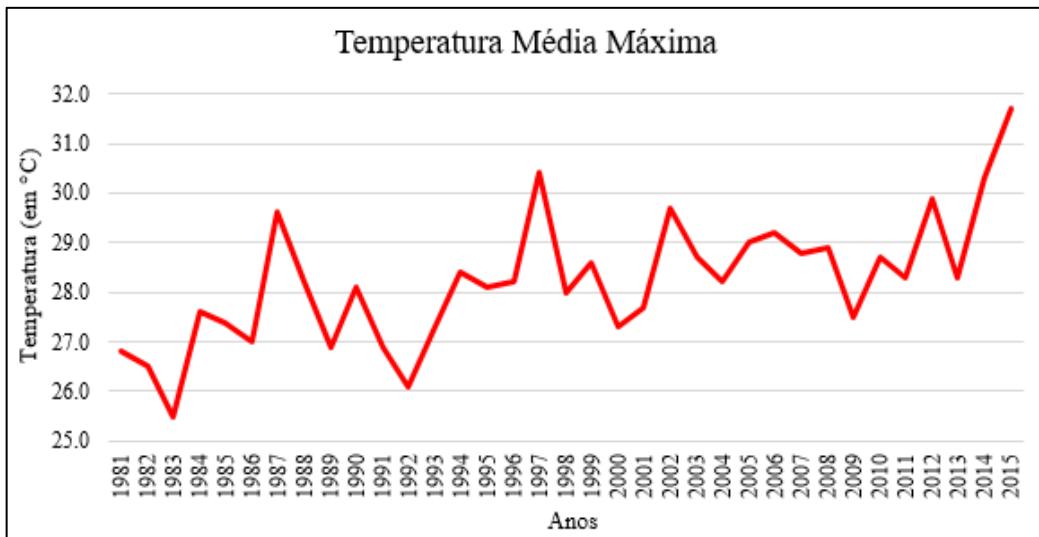
Tabela 9: Sumário da temperatura média máxima de Uberlândia-MG de 1981-2015

<b>Dia</b>	<b>Mês</b>	<b>Ano</b>	<b>Temperatura Média Máxima (°C)</b>
03	03	1981	26,8
25	11	1982	26,5
24	02	1983	25,5
05	11	1984	27,6
21	02	1985	27,4
24	11	1986	27,0
18	10	1987	29,6
28	09	1988	28,2
09	10	1989	26,9
11	11	1990	28,1
16	10	1991	26,9
30			
07	01	1992	26,1
28			
02	12	1993	27,3
26	09	1994	28,4
04	10	1995	28,1
12	11	1996	28,2
14	10	1997	30,4
15	09	1998	28,0
17			
01	10	1999	28,6

22	10	2000	27,3
07	10	2001	27,7
30			
12	10	2002	29,7
15	12	2003	28,7
09	10	2004	28,2
16	10	2005	29,0
25	01	2006	29,2
17	10	2007	28,8
29	10	2008	28,9
15	11	2009	27,5
18	09	2010	28,7
30	09	2011	28,3
13	09	2012	29,9
22	09	2013	28,3
15	10	2014	30,3
18	10	2015	31,7

Fonte: Autor (2017)

Gráfico 10: Temperatura média máxima diária de Uberlândia-MG de 1981-2015



Fonte: Autor (2017)

De acordo com a tabela 9, e com o gráfico 10, as temperaturas médias máximas variaram entre 31,7 °C em 2015 e 25,5 °C em 1983. No ano de 1991, a temperatura média máxima de 26,9 °C foi alcançada nos dias 16 e 30 de outubro, assim como os anos de 1992, 1998 e 2001, as médias máximas ocorreram em mais de um dia no respectivo ano. Em 1992, a média máxima foi de 26,1 °C e ocorrências nos dias 07 e 28 do mês de janeiro. No 1998 o valor máximo de temperatura média foi de 28,0 °C e com ocorrência nos dias 15 e 17 de setembro. Já nos dias 07 e 30 de outubro de 2001, a média máxima registrou 27,7 °C. Os anos de 1997, 2014 e 2015

foram os únicos anos que ultrapassaram a marca dos 30 °C de temperatura média máxima diária, com destaque para o ano de 2012, que atingiu 29,9 °C no dia 13 de setembro.

### 5.1.7. Temperatura média mínima

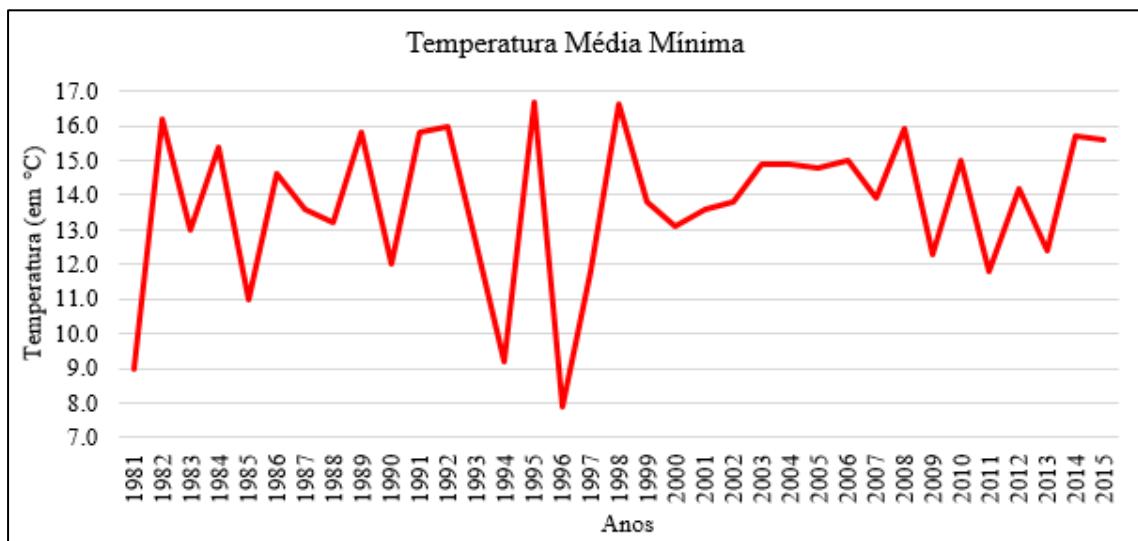
Na tabela 10, estão organizados os dados concernentes à temperatura média mínima de Uberlândia-MG no período de 1981 a 2015, bem como as datas de ocorrência dos eventos diários, ou seja, os picos de temperatura média mínima dentro de cada ano.

Tabela 10: Sumário da temperatura média mínima de Uberlândia-MG de 1981-2015

<b>Dia</b>	<b>Mês</b>	<b>Ano</b>	<b>Temperatura Média Mínima (°C)</b>
20	07	1981	9,0
27	05	1982	16,2
03	08	1983	13,0
27	08	1984	15,4
10	06	1985	11,0
01	06	1986	14,6
31	07	1987	13,6
05	06	1988	13,2
28	05	1989	15,8
19	05	1990	12,0
23	07	1991	15,8
17	06	1992	16,0
31	07	1993	12,6
26	06	1994	9,2
09	06	1995	16,7
29	06	1996	7,9
08	06	1997	11,8
17	05	1998	16,6
25	06	1998	16,6
31	05	1999	13,8
17	07	2000	13,1
21	06	2001	13,6
02	09	2002	13,8
08	05	2003	14,9
23	07	2004	14,9
19	07	2005	14,8
05	09	2006	15,0
24	05	2007	13,9
03	05	2008	15,9
02	06	2009	12,3
06	06	2010	15,0
04	08	2011	11,8
18	07	2012	14,2
24	07	2013	12,4
27	07	2014	15,7
27	06	2015	15,6

Fonte: Autor (2017)

Gráfico 11: Temperatura média mínima diária de Uberlândia-MG de 1981-2015



Fonte: Autor (2017)

A tabela 10 e o gráfico 11 revelam que as temperaturas médias mínimas do município de Uberlândia-MG variaram entre 7,9 °C em 1996 e 16,7 °C em 1995. As médias mínimas ficaram abaixo dos 10°C nos anos de 1981, 1994 e 1996, que apresentaram 9°C, 9,2°C e 7,9°C, respectivamente. Em contrapartida, os anos que atingiram os maiores valores de média mínima, igual ou acima dos 16 °C, foram: 1982 (16,2 °C no dia 27 de maio), 1992 (16,0 °C no dia 17 de junho), 1995 (16,7°C no dia 09 de junho) e 1998 (16,6 °C nos dias 17 de maio e 25 de junho). Desde o ano de 1998, a média mínima tem estado abaixo dos 16,0°C, com destaque para o ano de 2008 que registrou 15,9 °C. Não se tem registro de temperatura média mínima abaixo dos 10°C desde o ano de 1996, destaque para os anos de 1997 e 2011 que tiveram a menor média mínima desde então, com 11,8 °C.

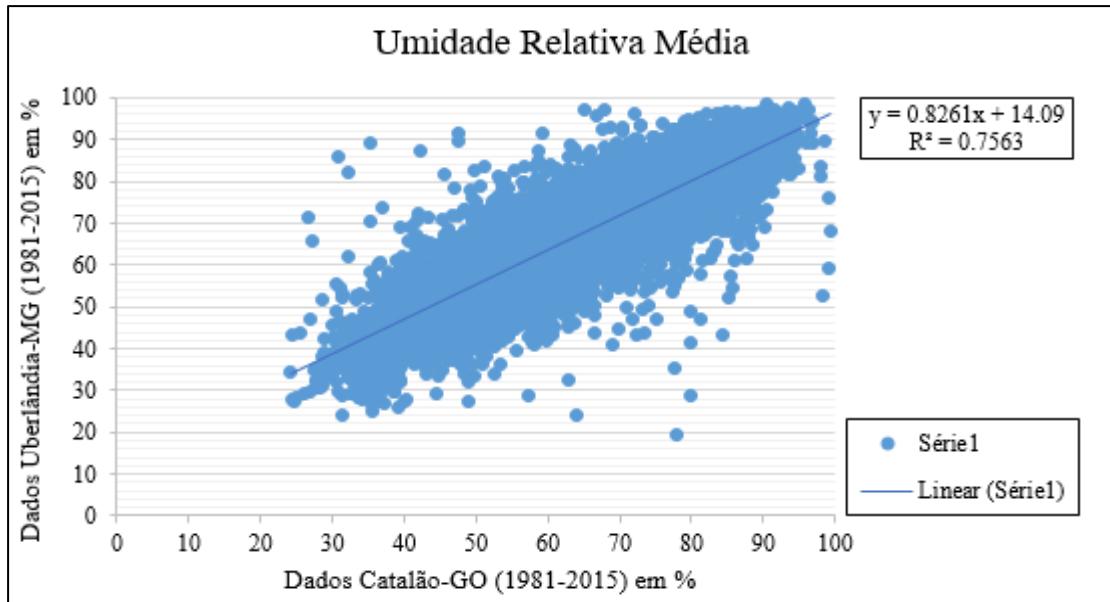
## 5.2. UMIDADE RELATIVA

Assim como nos dados de temperatura compensada média anual, a estação convencional de Catalão-GO apresentou forte correlação linear com os dados da estação convencional de Uberlândia-MG, sendo admitido o Coeficiente de Determinação de  $r^2 = 0,7563$ , podendo ser realizado o preenchimento das falhas por meio da correlação simples. O gráfico 12 traz a correlação dos dados de Umidade Relativa Média entre as estações de Uberlândia-MG e Catalão-GO para o período de 1981 a 2015.

De acordo com o gráfico 12, há concentração dos dados de Umidade Relativa Média no intervalo entre 40 % e 90 %, nas duas estações. A equação da reta, utilizada para o preenchimento das falhas é a seguinte:  $y = 0,8261x + 14,09$ , sendo que, x é o valor de umidade relativa média da estação próxima nos dias em que há falha na estação que deseja preencher os dados.

Devido à coincidência de falhas de dados nos mesmos períodos entre as estações utilizadas nas correlações, do total de dados sobre umidade relativa mínima, máxima e média, 6,2 % ainda permaneceram sem registro. A sequência com ausência de dados corresponde aos meses de maio, agosto, setembro, outubro, novembro e dezembro de 1987, todo o ano de 1988 e, os meses de janeiro a julho de 1989.

Gráfico 12: Dispersão dos dados diários de Umidade Relativa Média entre as estações convencionais de Uberlândia-MG e Catalão-GO, no período de 1981-2015



Fonte: Autor (2017)

No anexo B estão sumarizados os dados de umidade relativa média, máxima e mínima diárias, bem como as médias mensais de Uberlândia-MG no período de 1981 a 2015, a título de conferência dos dados.

### 5.2.1. Umidade relativa mínima

Os eventos diários de umidade relativa mínima, cujos valores mais significativos (vale) dentro de cada ano, série histórica 1981 a 2015, estão sumariados na tabela 11.

Tabela 11: Sumário da umidade relativa mínima diária do município de Uberlândia-MG de 1981-2015

<b>Dia</b>	<b>Mês</b>	<b>Ano</b>	<b>Umidade Mínima (%)</b>
27	08	1981	34,3
11	09	1982	36,5
31	08	1983	41,3
10	10	1984	28,8
17	11	1985	36,3
09	10	1986	40,9
19	06	1987	55,8
09	10	1989	43,2

30	07	1990	37,5
08	09	1991	38,8
26	08	1992	35,5
02	09	1993	40,5
14	09	1994	36,5
03	09	1995	40,8
09	08	1996	26,0
01	09	1997	24,0
05	09	1998	29,8
12	08	1999	34,5
27	08	2000	38,0
15	10		
05	07	2001	36,0
14	10	2002	34,0
25	09	2003	28,8
28	09	2004	28,3
10	10	2005	30,3
22	08	2006	28,0
21	09	2007	34,5
05	09	2008	31,5
31	07	2009	34,5
29	08	2010	32,3
10	09	2011	26,5
01	05	2012	24,3
25	08	2013	34,8
12	09	2014	26,8
20	09	2015	28,0
25			

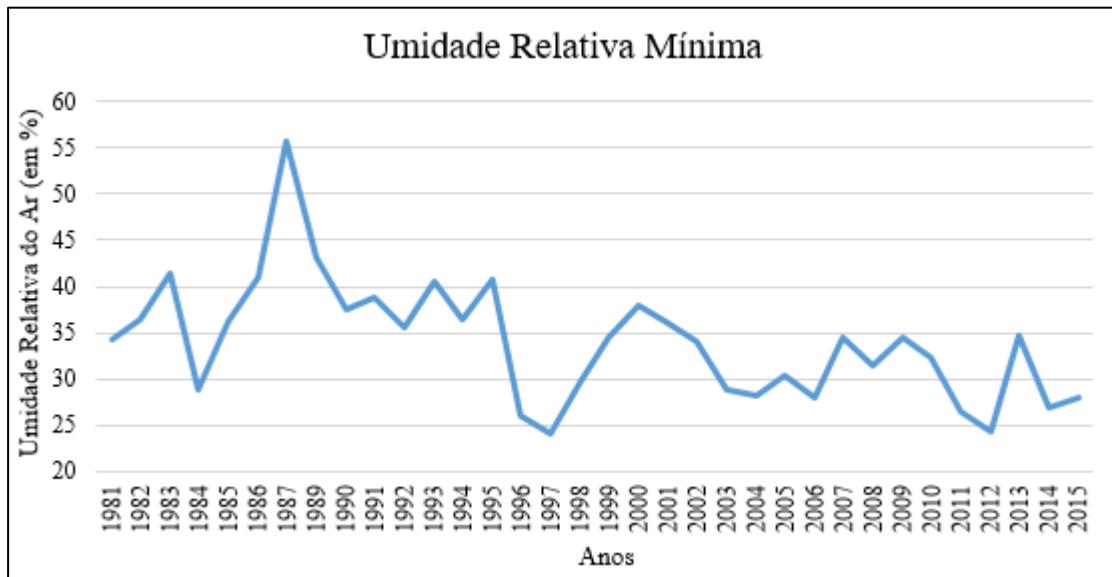
Fonte: Autor (2017)

O menor valor de umidade relativa mínima da série histórica foi de 24% no ano de 1997 em contrapartida, o maior valor de umidade mínima verificado foi de 55,8 % no ano de 1987. Com isso, verifica-se que o gradiente entre ao maior e o menor valor de umidade mínima foi de 31,8 %. Dos 34 anos analisados, os eventos extremos mínimos de umidade relativa se resumem em uma ocorrência por ano, sendo que, nos anos de 2000 e 2015 a umidade relativa mínima ocorreu em dois momentos distintos dentro de cada ano.

As ocorrências de umidade relativa mínima ocorreram, principalmente, entre os meses de julho a outubro, período do ano que compreende a estação seca em regiões tropicais. Contudo, os casos de registro de umidade relativa mínima nos meses de outubro e novembro são maiores que os de ocorrência no mês de julho, por exemplo, porque, em meados do mês de outubro data o início da estação chuvosa na região.

Nos dias 31 de março de 1984, 17 de novembro de 1995 e 01 de maio de 2012, foram registrados os menores valores de umidade mínima em seus respectivos anos, e podem ser considerados como anos atípicos pois, a data de ocorrência desses valores aconteceram durante a estação em que os índices de pluviosidade são elevados. No gráfico 13 pode ser observado comportamento da umidade relativa mínima diária.

Gráfico 13: Umidade relativa mínima diária de Uberlândia-MG de 1981-2015



Fonte: Autor (2017)

De acordo com o gráfico 13, há um predomínio de registros de umidade relativa mínima entre 25 % a 45 %, sendo que os anos de 1997 e 2012 estiveram abaixo desse intervalo, apresentando 24 % e 24,3 %, respectivamente, de umidade relativa mínima, configurando-se como os anos com os menores valores da série histórica. Apenas o ano de 1987 apresentou um valor maior que o intervalo supracitado, com 55,8 % de umidade mínima.

### 5.2.2. Umidade relativa máxima

Os eventos diários de umidade relativa máxima, cujos valores mais significativos (pico) dentro de cada ano, série histórica 1981 a 2015, estão sumariados na tabela 12.

Tabela 12: Sumário dos eventos de umidade relativa máxima diária de Uberlândia-MG de 1981-2015

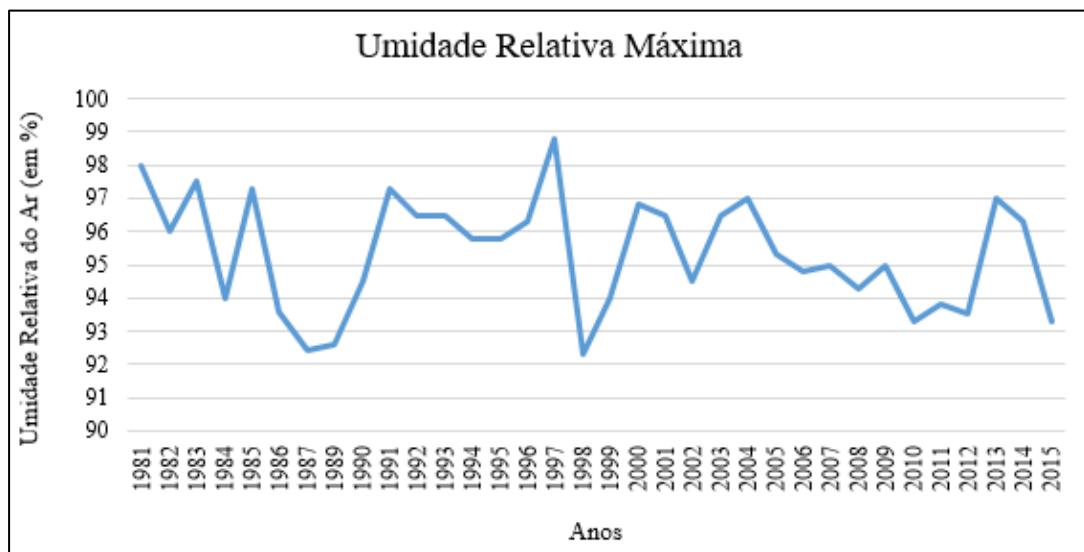
<b>Dia</b>	<b>Mês</b>	<b>Ano</b>	<b>Umidade Máxima (%)</b>
13	11	1981	98,0
25	05	1982	96,0
19	01	1983	97,5
08	09	1984	94,0
08	01	1985	97,3
23	12	1986	93,6
29	04	1987	92,4
12	12	1989	92,6
13			
28	08	1990	94,5
16	01	1991	97,3
23	01	1992	96,5
24	12	1993	96,5
05	03	1994	95,8
03	02	1995	95,8
20	11	1996	96,3
04	01	1997	98,8
12	02	1998	92,3
01	03	1999	94,0
03	01	2000	96,8
29	12	2001	96,5
19	01	2002	94,5
09	02		
06	01	2003	96,5
22	12	2004	97,0
03	03	2005	95,3
07	10	2006	94,8
13	12		
20	12	2007	95,0
26	12	2008	94,3
07	12	2009	95,0
06	11	2010	93,3
10	12	2011	93,8
09	11	2012	93,5
30	05	2013	97,0
30	10		
25	07	2014	96,3
30	12	2015	93,3

Fonte: Autor (2017)

De acordo com a tabela 12, verifica-se que a umidade relativa máxima em Uberlândia-MG, no período analisado, esteve acima dos 92 %, com pico no ano de 1997, com 98,8%. O menor valor de umidade máxima ocorreu no ano de 1998, registrando 92,3%. Com isso, o gradiente entre os valores máximo e mínimo de umidade relativa máxima foi de 6,5 %.

Dos 34 anos analisados, os eventos de umidade relativa máxima se resumem em uma ocorrência por ano, entretanto, nos anos de 1989, 2002, 2006 e 2013 a umidade relativa máxima ocorreu em dois momentos distintos dentro de cada ano. No gráfico 14, o comportamento da umidade relativa máxima está representada.

Gráfico 14: Umidade relativa máxima diária de Uberlândia-MG de 1981-2015



Fonte: Autor (2017)

Com base no gráfico 14, não há registro de umidade relativa máxima abaixo dos 92 %, na série histórica estudada, nem valores iguais ou maiores que 99 %. O maior valor de umidade relativa máxima foi de 98,8 % registrada no ano de 1997 e menor valor de umidade relativa máxima no ano de 1998, com 92,3 %. A amplitude entre o menor e o maior valor de umidade máxima foi de 6,5%.

Os únicos anos a atingirem a marca de 98% foram 1981 e 1997 e os anos de 1987, 1989 e 1998 foram os anos que marcaram valores abaixo dos 93%. É importante ressaltar que entre os anos de 1997 e 1998 houve uma queda abrupta nos valores de umidade máxima, sendo que, o ano de 1997 foi o que obteve o maior percentual e o de 1998 o menor.

No período de 2004 a 2012, pode ser observado que a linha de umidade há uma diminuição dos valores máximos diários de umidade relativa, passando de 97 % em 2004 para

93,5 % em 2012 e, no ano de 2013, a umidade máxima diária registrada foi de 97 %, voltando a registrar valores próximos ao que era registrado no início dos anos 2000.

### 5.2.3. Umidade relativa média

Os valores de médias anuais de umidade relativa do período de 1981 a 2015, de Uberlândia-MG, estão dispostos na tabela 13.

Tabela 13: Umidade relativa média anual de Uberlândia-MG de 1981-2015

Ano	Umidade Média (%)
1981	70,3
1982	72,1
1983	74,1
1984	67,6
1985	67,5
1986	69,6
1987	74,5
1989	69,9
1990	70,5
1991	70,2
1992	73,6
1993	71,6
1994	72,5
1995	74,6
1996	64,6
1997	63,8
1998	66,1
1999	64,0
2000	69,2
2001	66,4
2002	66,0
2003	68,0
2004	67,1
2005	68,3
2006	68,2
2007	64,8
2008	68,3
2009	73,2
2010	68,2
2011	66,0
2012	65,0
2013	67,7
2014	62,9
2015	63,5
<b>Média</b>	<b>68,4</b>

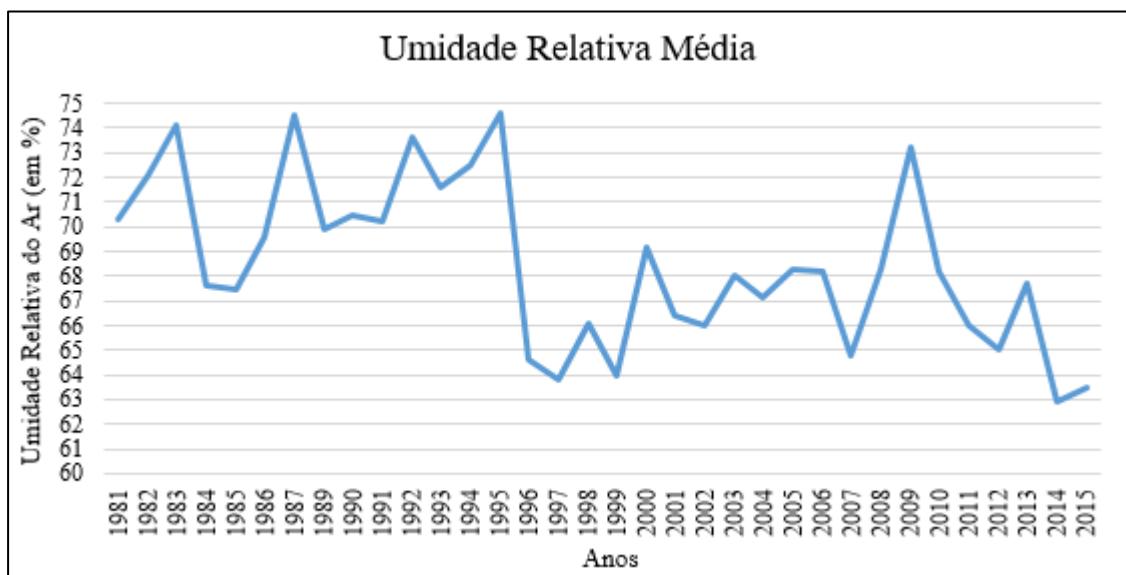
Fonte: Autor (2017)

De acordo com a tabela 13, a umidade relativa média em Uberlândia-MG é de 68,4 %.

No ano de 1995 foi registrado o maior valor de umidade relativa média, com 74,6 % e, no ano de 2014, foi registrado o menor valor de umidade, com 62,9 %. O gradiente entre o maior e o menor valor foi de 11,7.

O gráfico 15 evidencia a variação interanual da umidade relativa média anual de Uberlândia-MG no período de 1981-2015.

Gráfico 15: Umidade relativa média anual de Uberlândia-MG de 1981-2015



Fonte: Autor (2017)

A partir do gráfico 15, se observa que os valores de umidade relativa média anual estiveram compreendidos no intervalo entre 62 % a 75 %. Entre os anos de 1996 a 2008, os valores registrados de umidade relativa média foram menores do que a média dos valores entre 1981 a 1995 e, no ano de 2009, foi registrado o valor de 73,2 %, este estando acima da média dos valores dos anos seguintes.

Há uma queda abrupta de valores entre os anos de 1995 e 1996, com uma diferença de 10%, passando de 74,6% para 64,6%. Essa queda abrupta pode estar relacionada com a transferência da estação meteorológica convencional da localização original (Parque do Sabiá) para as dependências do campus UFU-Santa Mônica. A variação da umidade relativa está

relacionada com o aumento verificado da temperatura, devido, entretanto, à mudança da qualidade do ambiente de localização.

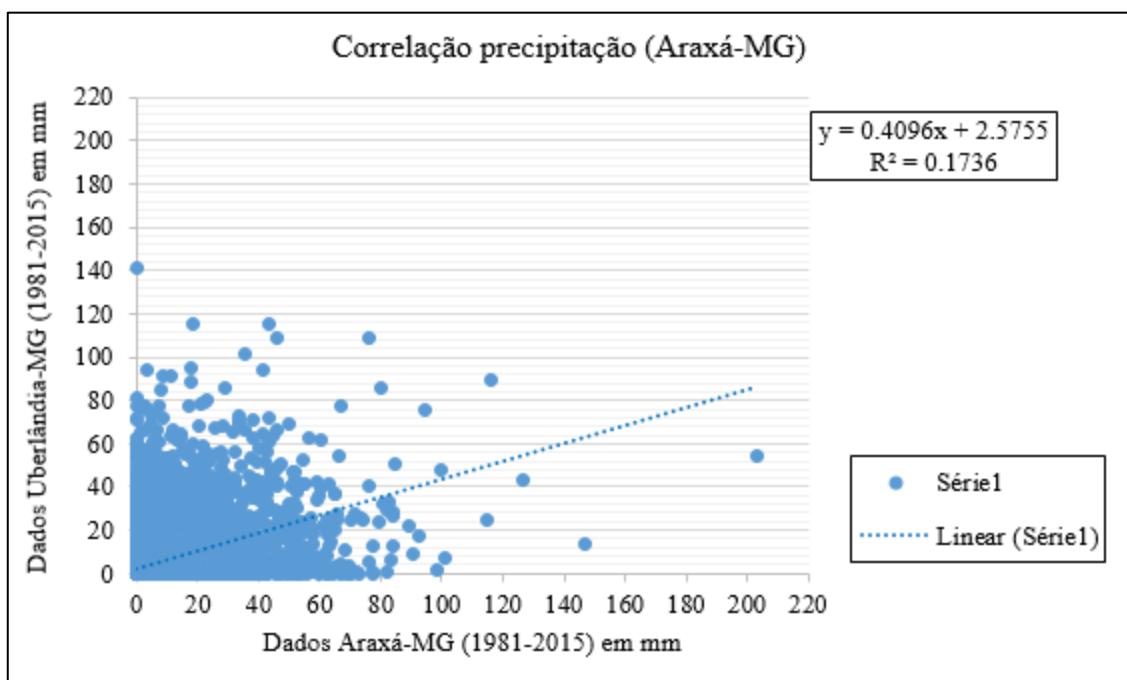
Ao redor da estação meteorológica há o ambiente construído, bem diferente do ambiente do parque, sendo que há alteração no padrão de refletância da temperatura em função da cobertura superficial dos materiais, relação essa conhecida como Albedo. Também foi verificada aumento significativo da temperatura ao longo dos anos, principalmente relacionado com a transferência da localização da estação meteorológica, influenciando também no comportamento e registro dos valores de umidade relativa média.

### 5.3. PRECIPITAÇÃO

No anexo C estão organizados os dados referentes à precipitação máxima de 24 horas e totais mensais e anuais de Uberlândia-MG no período de 1981 a 2015, a título de conferência dos dados. Ressalta-se que do total de dados analisados, as falhas representam 13,3% e ocorreram nos meses de dezembro de 1984, setembro de 1985, na totalidade dos anos de 1986, 1987, 1988 e 1989, janeiro e fevereiro de 1990, maio e setembro de 1991, setembro de 1993 e abril de 2007.

Não foi possível realizar o preenchimento das falhas dos dados de precipitação, assim como foi realizado o procedimento nos dados de Temperatura Média e Umidade Relativa Média porque o Coeficiente de Determinação foi fraco para os dados de precipitação das três (3) estações próximas selecionadas. Os gráficos 16, 17 e 18 demonstram a fraca correlação entre os dados das estações, no período de 1981 a 2015.

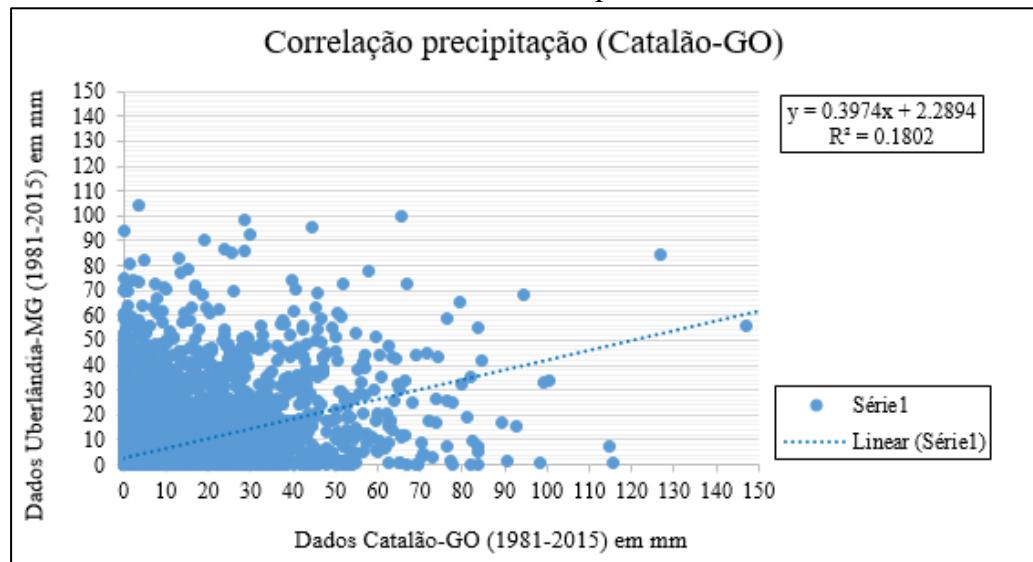
Gráfico 16: Dispersão dos dados diários de Precipitação entre as estações convencionais de Uberlândia-MG e Araxá-MG, no período de 1981 a 2015



Fonte: Autor (2017)

O gráfico 16 mostra o Coeficiente de Determinação no valor de  $r^2 = 0,1736$ , fraca relação entre os dados diários de precipitação entre as estações de Araxá-MG e Uberlândia-MG.

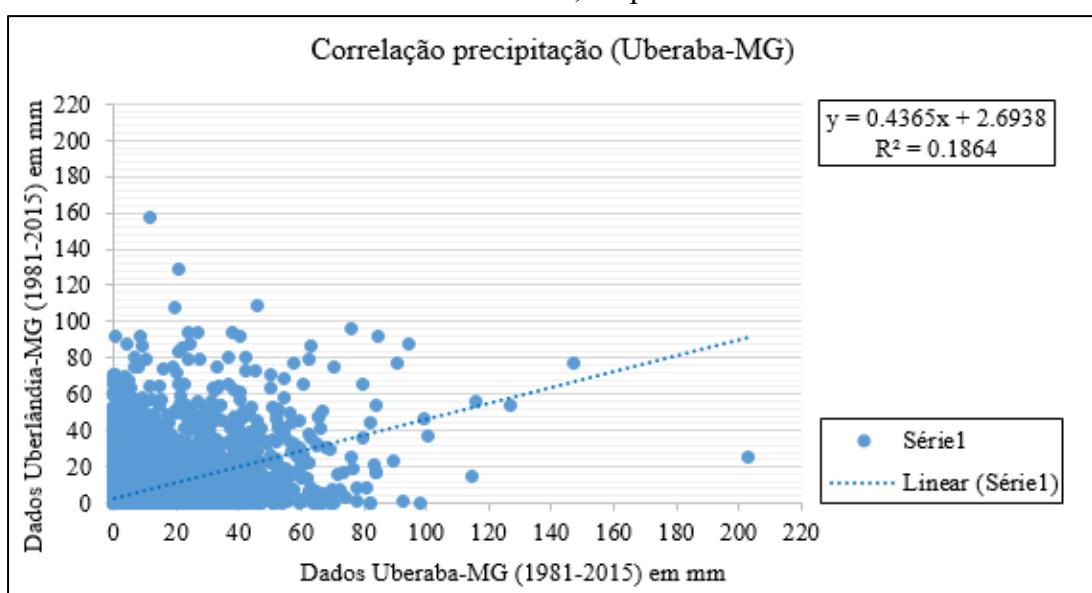
Gráfico 17: Dispersão dos dados diários de Precipitação entre as estações de convencionais de Uberlândia-MG e Catalão-GO, no período de 1981 a 2015



Fonte: Autor (2017)

O gráfico 17 evidencia o Coeficiente de Determinação no valor de  $r^2 = 0,1802$ , fraca relação entre os dados diários de precipitação entre os dados de precipitação entre as estações de Catalão-GO e Uberlândia-MG.

Gráfico 18: Dispersão dos dados de Precipitação entre as estações convencionais de Uberlândia-MG e Uberaba-MG, no período de 1981 a 2015



Fonte: Autor (2017)

O gráfico 18 mostra o Coeficiente de Determinação no valor de  $r^2 = 0,1864$ , fraca relação entre os dados diários de precipitação entre os dados de precipitação entre as estações de Uberaba-MG e Uberlândia-MG.

### 5.3.1. Precipitação máxima de 24 horas (1 dia)

Os eventos de precipitações máximas ocorridas em um intervalo de 24 horas (1 dia), de cada ano da série histórica de 1981 a 2015, de Uberlândia-MG estão organizadas na tabela 14.

Tabela 14: Sumário da maior altura pluviométrica de 24 horas em cada ano de Uberlândia-MG de 1981-2015

<b>Dia</b>	<b>Mês</b>	<b>Ano</b>	<b>Precipitação Máxima (mm)</b>
28	12	1981	79,4
03	01	1982	94,4
19	01	1983	126,8
22	01	1984	77,2
26	01	1985	74,4
24	03	1990	52,3
06	04	1991	69,0
26	02	1992	83,6
06	02	1993	66,4
25	03	1994	76,4
05	02	1995	69,0
03	12	1996	48,0
09	12	1997	100,7
30	10	1998	68,1
09	11	1999	114,6
11	12	2000	98,2
30	12	2001	63,2
15	01	2002	147,0
20	11	2003	92,6
22	12	2004	99,4
29	01	2005	54,8
16	12	2006	83,9
20	12	2007	115,8
16	12	2008	81,0
04	11	2009	74,0
22	11	2010	71,8
04	04	2011	56,8
11	12	2012	89,2
30	05	2013	82,0
30	10	2014	72,3
04	01	2015	64,0

Fonte: Autor (2017)

Na tabela 14, verifica-se que o maior volume precipitado em um período de 24 horas, de todo o período analisado, foi registrado no ano de 2002, em que foram precipitados 147 mm. Em contrapartida, a menor altura pluviométrica diária do período ocorreu no ano de 1996, sendo que, os 48 mm registrados correspondem ao maior volume de chuvas precipitado num período

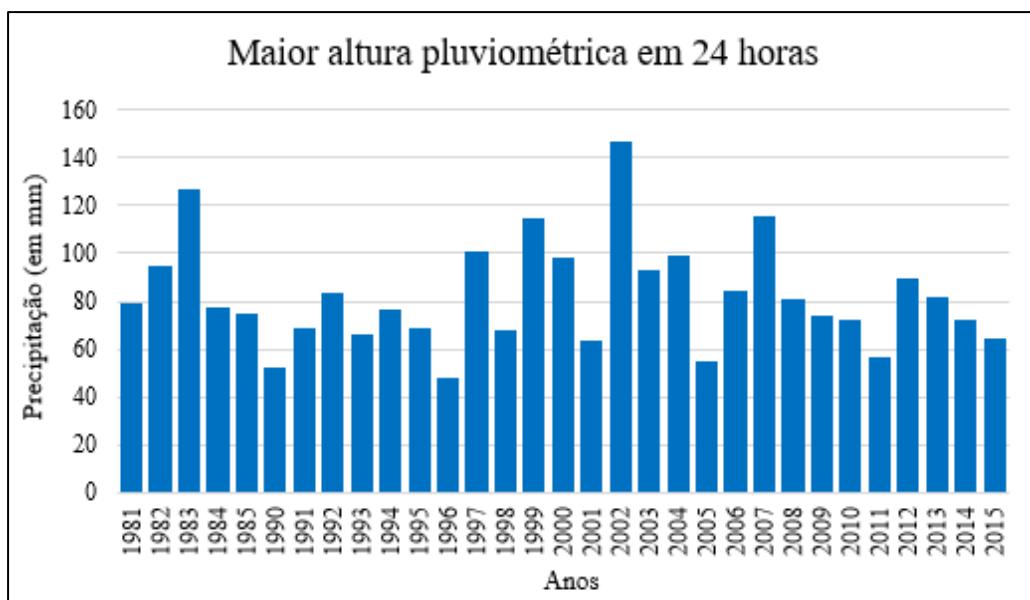
de 24 horas daquele ano. O gradiente entre o menor valor de precipitação diária e o maior valor foi de 99 mm.

A precipitação máxima diária é o maior volume precipitado em um período de 24 horas, ao longo de 1 ano. Os eventos diários de precipitação comumente se resumem em apenas uma ocorrência ao ano, entretanto, no ano de 2013, o volume de 82 mm foi registrado em dois momentos distintos, uma no mês de maio e outra no mês outubro.

Todas as ocorrências de precipitação máxima diária estão concentradas entre o período que se estende desde meados do mês de outubro até o mês de abril. Exceção se faz no ano de 2013, onde a precipitação máxima ocorreu no dia 30 de maio.

O comportamento das precipitações máximas ocorridas em cada ano está representado no gráfico 19.

Gráfico 19: Maiores alturas pluviométricas de 24 horas de Uberlândia de 1981-2015



Fonte: Autor (2017)

Analizando o gráfico 19 observa-se que as máximas alturas pluviométricas de 24 horas ocorreram nos anos de 1983, 1997, 1999, 2002 e 2007, com 126,8 mm, 100,7 mm, 114,6 mm, 147,0 mm e 115,8 mm, respectivamente, ou seja, alturas pluviométricas acima dos 100 mm diárias. Os anos que apresentaram os menores valores foram 1990, 1996, 2005 e 2011, com

52,3 mm, 48,0 mm, 54,8 mm e 56,8 mm, respectivamente. Todos eles com precipitações abaixo dos 60 mm diárias.

### 5.3.2. Precipitação total anual

A precipitação acumulada anual, do período de 1981 a 2015, da cidade de Uberlândia-MG estão sumarizados na tabela 15.

Tabela 15: Sumário da precipitação total anual do município de Uberlândia-MG de 1981-2015

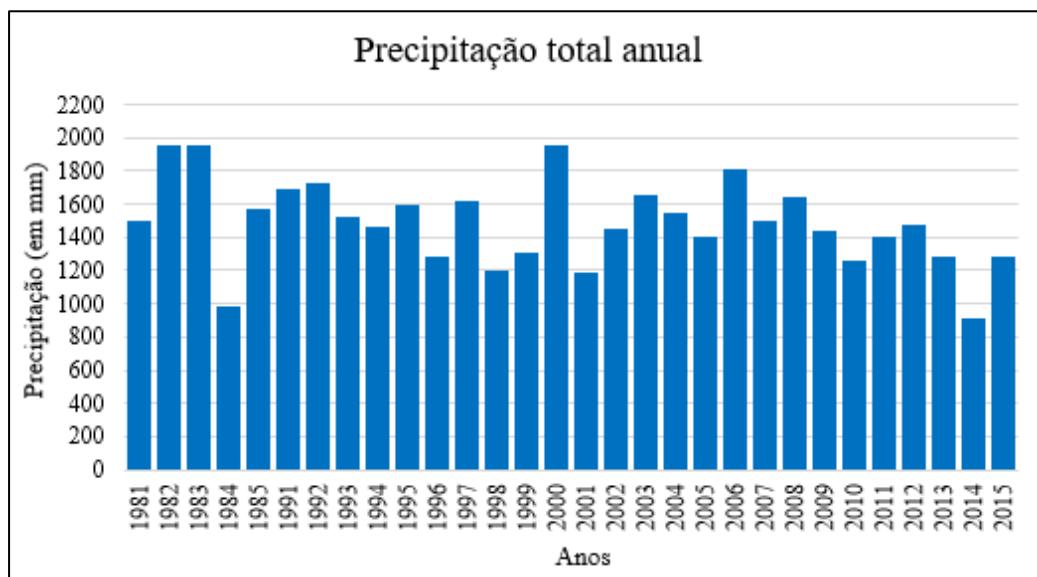
Ano	Precipitação Anual (mm)
1981	1503,8
1982	1957,7
1983	1952,0
1984	983,1
1985	1569,1
1991	1693,0
1992	1731,4
1993	1519,0
1994	1464,3
1995	1599,8
1996	1287,4
1997	1614,3
1998	1203,8
1999	1303,9
2000	1959,3
2001	1189,7
2002	1449,1
2003	1654,2
2004	1553,1
2005	1409,7
2006	1814,9
2007	1497,9
2008	1643,1
2009	1445,6
2010	1260,5
2011	1407,7
2012	1472,0
2013	1286,8
2014	909,5
2015	1278,5

Fonte: Autor (2017)

De acordo com a tabela 15, o ano com maior volume precipitado foi 2000, atingindo a altura de 1959,3 mm e, o ano menos registro de precipitação foi 2014, com 909,5 mm. Há falhas nos dados dos meses de janeiro e fevereiro do ano de 1990, meses em que o volume precipitado

é elevado e contribui significativamente para o total precipitado no ano, por isso esse ano foi excluído da amostra de dados. O segundo ano com menor volume de precipitação total foi 1984, com 983,1 mm. A diferença entre o ano mais com maior volume de precipitação de toda a série histórica para o ano com menos foi de 1049,8 mm. O gráfico 20 revela o comportamento da precipitação total anual de 1981 a 2015.

Gráfico 20: Precipitação total anual de Uberlândia-MG de 1981-2015



Fonte: Autor (2017)

O gráfico 20 aponta os anos com altura pluviométrica acima dos 1800,0 mm, os anos de 1982, 1983, 2000 e 2006 como os anos maior volume pluviométrico do período analisado, com 1957,7 mm, 1952,0 mm, 1959,3 mm e, 1814,9 mm, respectivamente. Os anos em que a altura pluviométrica registrada ficou abaixo dos 1000,0 mm foram os anos de 1984 (983,1 mm) e 2014 (909,5 mm). Desde o ano de 2008 não é registrada em Uberlândia-MG uma precipitação anual acima dos 1500,0 mm, sendo que, no referido ano, a precipitação foi de 1643,1 mm.

#### 5.4. CONTAGEM DE DIAS COM E SEM CHUVA E IDENTIFICAÇÃO DOS VERANICOS

A fim de refinar a análise e compreender sobre o regime de precipitação de Uberlândia-MG, foi realizada aplicação de teste estatístico sobre os dados diários de precipitação, da referida cidade, da série histórica de 1981 a 2015. A partir dos cálculos realizados, é possível verificar a quantidade de dias com chuva e sem chuva, além de auxiliar na identificação de veranicos, com a estimativa de sequências de dias sem chuva dentro da estação chuvosa.

É importante ressaltar que 13,3% dos dados apresentaram falhas e compreendem os meses de dezembro de 1984, setembro de 1985, na totalidade dos anos de 1986, 1987, 1988 e 1989, janeiro e fevereiro de 1990, maio e setembro de 1991, setembro de 1993 e abril de 2007.

Para a contagem dos dias com chuva, foi adotado valor de referência 1,0 mm (ASSAD et. al., 1993), sendo que deverá ter sido precipitado valores iguais ou maiores que 1 mm no período de 24 horas e, para dias sem chuva, valores menores que 1 mm precipitado em 24 horas.

A simbologia matemática é a seguinte:

$$f(x) = \begin{cases} \geq 1,0 \text{ mm} & \text{com chuva} \\ < 1,0 \text{ mm} & \text{sem chuva} \end{cases}$$

Como se trata de dados diários de precipitação, com uma série histórica de 35 anos, foi utilizada planilha do Microsoft Excel para a organização e tabulação dos dados, permitindo a determinação da contagem dos dias com chuva e dias sem chuva, por meio da aplicação da função lógica “SE”. Essa função se baseia em testes lógicos de modo que, qualquer valor ou expressão possa ser avaliado como “verdadeiro” ou “falso”. A fórmula geral para a aplicação da função lógica “SE” é a seguinte:

$$= SE(teste\_lógico; [valor_se_verdadeiro]; [valor_se_falso]) \quad (\text{Equação 23})$$

Na expressão acima, o SE é a entrada da função lógica, inserida com um sinal de “=” seguido das letras SE, após aparecer o campo de seleção abaixo da célula, é necessário duplo clique com o botão esquerdo do mouse para inserir a função; “(teste\_lógico)”: é o valor ou expressão da célula a ser aplicada, representada pela letra da coluna e número da linha correspondentes; “[valor\_se\_verdadeiro]”: é o valor ou expressão atribuído para constatar a veracidade do valor ou da expressão. Por exemplo: na aplicação dessa metodologia aos dados de precipitação diária, foi atribuído que, se o valor da célula é maior ou igual a 1,0 mm, equivale com a verdade e, deve corresponder ao valor 1.

Na expressão, “[valor\_se\_falso]” é o valor ou expressão atribuído caso não se confirme a veracidade da afirmação. Por exemplo: quando foi atribuído o valor 1 para as células maiores ou iguais a 1,0 mm, a condição estabelecida era que, para cada célula  $\geq 1,0$  equivalia a 1. Quando essa afirmação não correspondia com a verdade (valores menores que 1,0), o valor da célula equivalente é 0.

A partir desse ponto, é possível perceber que haverá apenas 1 coluna (coluna E) com dois tipos de resultados: 1 assinalando ocorrência de chuva (valor se verdadeiro) e 0 para inexistência de chuva (valor se falso). As colunas citadas no texto podem ser conferidas na figura 2.

Para a contagem da sequência de dias sem chuva (totalização na coluna G) foi necessário a adição de uma nova coluna para a sinalização (coluna F), com valor 1, dos dias sem chuva, ou seja, a inversão do mesmo valor constante na coluna anterior (E), a qual retorna valor "0" para dias sem chuva. Tal procedimento é necessário para a acumulação e totalização da sequência sem chuva (coluna G), uma vez que o retorno da expressão constante na condicional SE verifica a existência de sequência de linhas com valor 1 na coluna F, e assim, soma-se o valor na linha de análise com a anterior.

A expressão para o cálculo dos dias sem chuva (coluna F) é a mesma função “SE” utilizada para o cálculo dos dias com chuva, sendo que, onde se utilizou valor 1 para dias com chuva, agora se utilizou valor 1 para dias sem chuva. Com isso, verifica-se que as duas colunas (E e F) terão valores opostos.

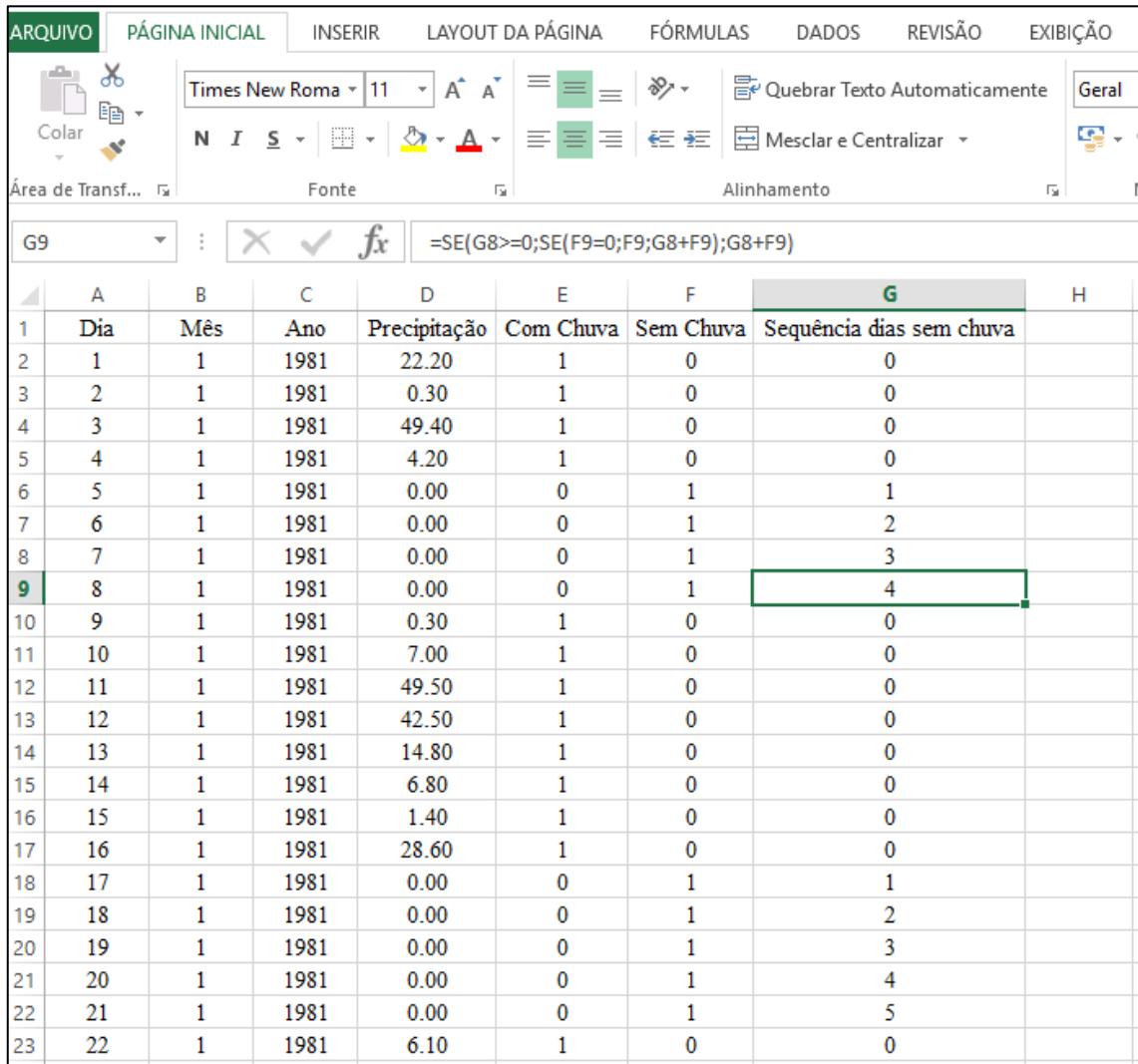
Para o cálculo da sequência de dias sem chuva (coluna G), utilizou-se uma dupla função SE, sendo 1 função SE dentro de uma outra função SE. Na figura 2 é possível verificar a sua aplicação, para o cálculo da sequência de dias sem chuva na barra de fórmulas. A fórmula aplicada da dupla função lógica “SE” é a seguinte:

$$= \text{SE}(\text{teste\_lógico}; \text{SE}(\text{teste\_lógico}; \text{valor\_se\_verdadeiro}; \text{valor\_se\_falso}))$$

(Equação 24)

A partir da fórmula acima, o primeiro “(teste\_lógico)”: é o valor ou expressão da célula a ser aplicada, ou seja, a célula acima da célula a ser calculada, pela figura 2 é representada pela célula G8; A nova entrada da função “SE” irá determinar se a célula abaixo (célula G9) irá somar mais um dia sem chuva ou se irá zerar a contagem. Para isso, se o valor da célula for igual a 0, retorna o valor da célula que é zero, se não for, soma-se o valor da célula que corresponde ao dia anterior na coluna G; Se as condições anteriores não forem satisfeitas, o último “valor\_se\_falso)” é calculado a partir da somatória do dia anterior (G8) com a célula da coluna que representa a coluna do dia sem chuva (F9).

Figura 2: Exemplo da aplicação das funções lógicas “SE” para dias com chuva, sem chuva e sequência de dias sem chuva, nos dados diários de precipitação de Uberlândia-MG



The screenshot shows a Microsoft Excel 2013 interface. The ribbon at the top has tabs for ARQUIVO, PÁGINA INICIAL, INSERIR, LAYOUT DA PÁGINA, FÓRMULAS, DADOS, REVISÃO, and EXIBIÇÃO. The PÁGINA INICIAL tab is selected. The formula bar shows the formula =SE(G8>=0;SE(F9=0;F9;G8+F9);G8+F9) in cell G9. The main area displays a data table with columns: Dia, Mês, Ano, Precipitação, Com Chuva, Sem Chuva, and Sequência dias sem chuva. The last column (G) contains values starting from 0 and increasing sequentially (0, 0, 0, 0, 1, 1, 2, 3, 4, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 2, 3, 4, 5, 0). Row 9 is highlighted with a green border.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Dia	Mês	Ano	Precipitação	Com Chuva	Sem Chuva	Sequência dias sem chuva	
2	1	1	1981	22.20	1	0	0	
3	2	1	1981	0.30	1	0	0	
4	3	1	1981	49.40	1	0	0	
5	4	1	1981	4.20	1	0	0	
6	5	1	1981	0.00	0	1	1	
7	6	1	1981	0.00	0	1	2	
8	7	1	1981	0.00	0	1	3	
9	8	1	1981	0.00	0	1	4	
10	9	1	1981	0.30	1	0	0	
11	10	1	1981	7.00	1	0	0	
12	11	1	1981	49.50	1	0	0	
13	12	1	1981	42.50	1	0	0	
14	13	1	1981	14.80	1	0	0	
15	14	1	1981	6.80	1	0	0	
16	15	1	1981	1.40	1	0	0	
17	16	1	1981	28.60	1	0	0	
18	17	1	1981	0.00	0	1	1	
19	18	1	1981	0.00	0	1	2	
20	19	1	1981	0.00	0	1	3	
21	20	1	1981	0.00	0	1	4	
22	21	1	1981	0.00	0	1	5	
23	22	1	1981	6.10	1	0	0	

Fonte: printscreen da aplicação no Microsoft Excel 2013; Autor (2017)

Após a aplicação das funções e realização dos cálculos, em planilha eletrônica do Microsoft Excel, para identificação dos dias com e sem chuvas e sequência de dias sem chuva, foi utilizado o software IBM-SPSS Statistics 24.0 para a totalização dos valores. No referido software foram gerados os dados de saída, em forma de tabelas, em função dos anos (acúmulo de todos os meses do referido ano) e em função dos meses (acúmulo do mesmo mês de todos os anos).

O produto de saída do *software*, que são as tabelas de contagem dos dias com e sem chuva, pode ser visualizado no anexo D, que representa a Contagem dos dias com chuva e dias sem chuva de Uberlândia-MG, série histórica de 1981-2015, a título de conferência dos dados.

#### *5.4.1. Janeiro*

Na tabela 16 estão sumariadas as somas das ocorrências de dias com chuva e dias sem chuva de todos os meses de janeiro, de Uberlândia-MG, da série histórica de 1981 a 2015.

Tabela 16: Sumário das somas dos dias com chuva e sem chuva de todos os meses de janeiro de 1981 a 2015

<b>Ano</b>	<b>Nº dias</b>	
	<b>Com chuva</b>	<b>Sem chuva</b>
<b>1981</b>	16	15
<b>1982</b>	25	6
<b>1983</b>	22	9
<b>1984</b>	13	18
<b>1985</b>	20	11
<b>1991</b>	21	10
<b>1992</b>	19	12
<b>1993</b>	13	18
<b>1994</b>	20	11
<b>1995</b>	15	16
<b>1996</b>	17	14
<b>1997</b>	19	12
<b>1998</b>	14	17
<b>1999</b>	15	16
<b>2000</b>	18	13
<b>2001</b>	13	18
<b>2002</b>	11	20
<b>2003</b>	25	6
<b>2004</b>	18	13
<b>2005</b>	25	6
<b>2006</b>	10	21
<b>2007</b>	22	9
<b>2008</b>	20	11
<b>2009</b>	18	13
<b>2010</b>	13	18
<b>2011</b>	18	13
<b>2012</b>	19	12
<b>2013</b>	18	13

<b>2014</b>	7	24
<b>2015</b>	6	25

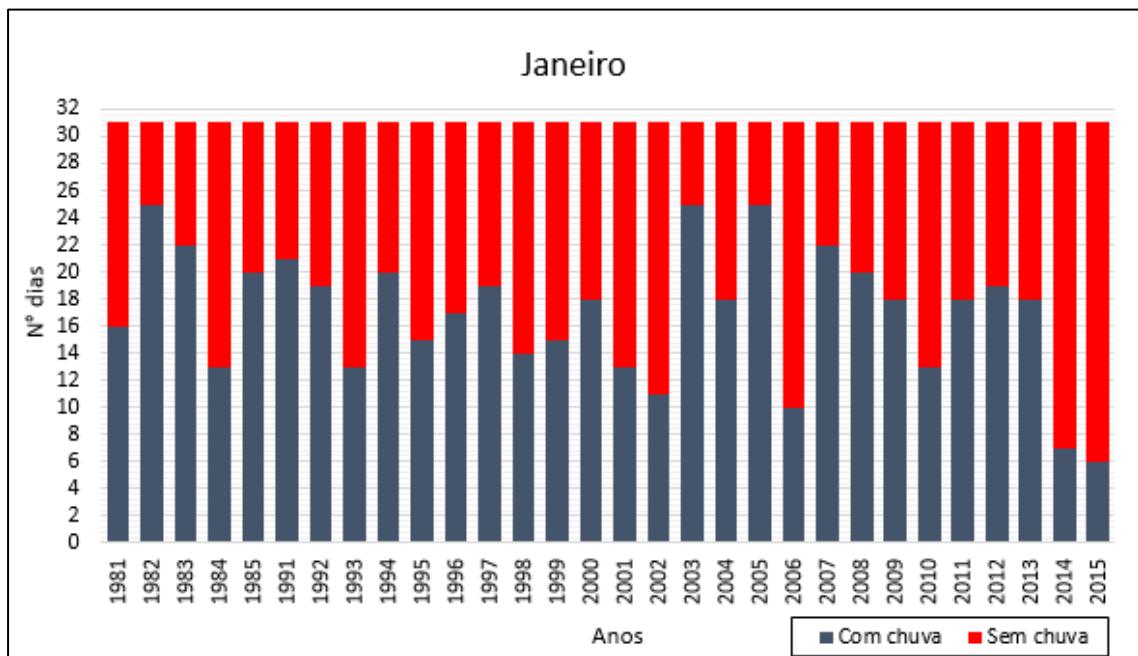
Fonte: Autor (2017)

De acordo com a tabela 16, é possível verificar que, na maioria dos anos, o mês de janeiro possui mais dias com chuva do que dias sem chuva. Os anos de 1986 a 1990 não possuem registros de precipitação para o mês de janeiro, sendo assim, excluídos da tabela de análise. O mês de janeiro dos anos de 1982, 2003 e 2005 foram os que possuíram a maior quantidade de dias com registros diários de chuva, 25 dias, sendo assim, 6 dias sem chuvas. Os anos de 1983 e 2007 apresentaram 22 dias com chuvas e 9 sem chuvas, o segundo maior registro de quantidades de dias com chuvas de todo o período analisado.

Em contrapartida, os últimos dois anos da série analisadas foram os que apresentaram o maior número de dias sem chuvas, com destaque para o ano de 2015, com um total de 25 dias sem chuvas e 6 com chuvas. O segundo ano com o maior número de dias sem chuvas foi 2014, no total de 24 dias, contra 7 dias com chuvas.

No gráfico 21 é possível melhor visualização da contagem dos dias com chuva e sem chuva.

Gráfico 21: Soma do número de dias com e sem chuvas dos meses de janeiro de 1981 a 2015, de Uberlândia-MG



Fonte: Autor (2017)

A partir do gráfico 21, verifica-se que, na maioria dos anos, há mais dias com registros diários de precipitação do que dias sem registros diários de precipitação. Os anos com mais dias com chuva são: 1982, 2003 e 2005, todos com 25 dias com chuva. Apenas nos anos de 2014 e 2015 foram registrados menos de 10 dias com chuva, sendo 7 e 6 dias com chuva, respectivamente. Destaque para o ano de 2006 em que apresentou 10 dias com chuva, entretanto nos anos anterior (2005) e posterior (2007) foram registrados mais de 20 dias com chuva.

#### 5.4.2. Fevereiro

Na tabela 17 estão sumariadas as somas das ocorrências de dias com chuva e dias sem chuva de todos os meses de fevereiro, de Uberlândia-MG, da série histórica de 1981 a 2015.

Tabela 17: Sumário das somas dos dias com chuva e sem chuva de todos os meses de fevereiro de 1981 a 2015

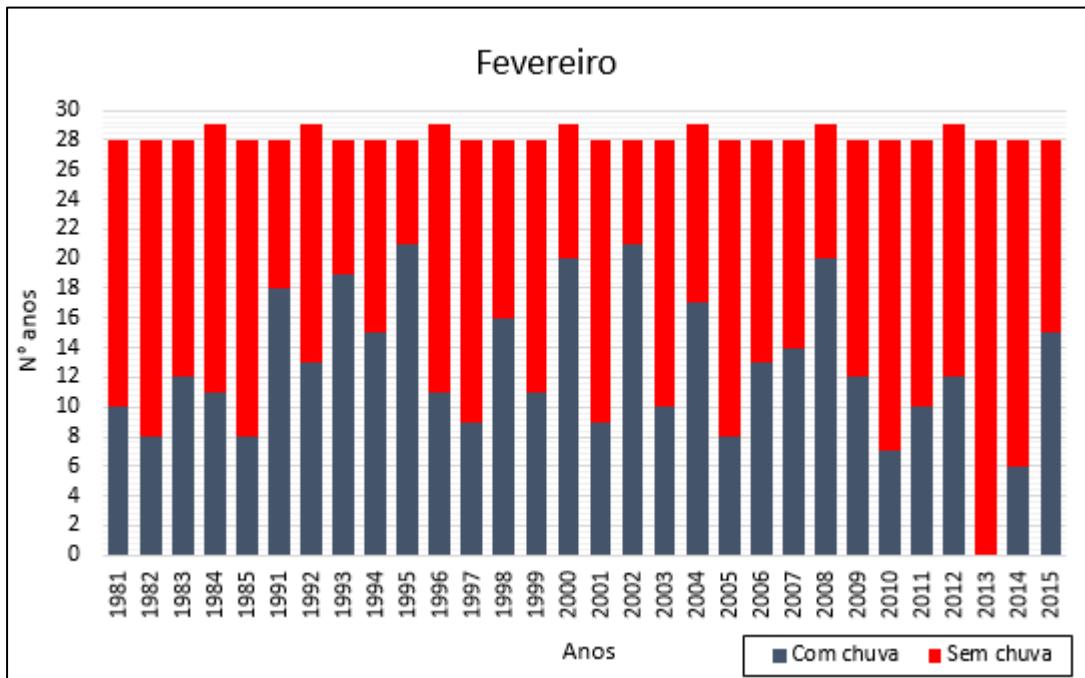
Ano	FEVEREIRO	
	Nº dias	
	Com chuva	Sem chuva
1981	10	18
1982	8	20
1983	12	16

<b>1984</b>	11	18
<b>1985</b>	8	20
<b>1991</b>	18	10
<b>1992</b>	13	16
<b>1993</b>	19	9
<b>1994</b>	15	13
<b>1995</b>	21	7
<b>1996</b>	11	18
<b>1997</b>	9	19
<b>1998</b>	16	12
<b>1999</b>	11	17
<b>2000</b>	20	9
<b>2001</b>	9	19
<b>2002</b>	21	7
<b>2003</b>	10	18
<b>2004</b>	17	12
<b>2005</b>	8	20
<b>2006</b>	13	15
<b>2007</b>	14	14
<b>2008</b>	20	9
<b>2009</b>	12	16
<b>2010</b>	7	21
<b>2011</b>	10	18
<b>2012</b>	12	17
<b>2013</b>	0	28
<b>2014</b>	6	22
<b>2015</b>	15	13

Fonte: Autor (2017)

De acordo com a tabela 17, é possível verificar nos anos de 1995 e 2002 foram registrados a maior quantidade de dias com chuva, com ocorrência de 21 dias. Com relação aos dias sem chuvas, no ano de 2013 não foi registrada nenhuma precipitação acima de 1 mm no intervalo de 24 horas ao longo do mês. A melhor visualização dos dados pode ser feita por meio do gráfico 22.

Gráfico 22: Soma do número de dias com e sem chuvas dos meses de fevereiro de 1981 a 2015, de Uberlândia-MG



Fonte: Autor (2017)

O gráfico 22 evidencia a variação entre os anos da quantidade de dias com e sem chuva para Uberlândia-MG, para o mês de fevereiro. Os meses de fevereiro de 1986 a 1990 não possuem dados, portanto serão desconsiderados das análises. Destaque para os anos de 1995 e 2002 que foram os anos em que a diferença da quantidade de dias com chuva do que sem chuva foram maiores, com 21 dias com registro de chuva e, o ano em que houve menos dias com chuva foi 2013 não tendo ocorrido nenhum dia com chuva.

Entre os anos de 1981 a 1985 observa-se uma regularidade de dias com chuva, variando entre 8 e 12 dias. Entre os anos de 1997 a 2005 é possível verificar uma sequência de anos em que há alternância entre anos com predominância de dias com chuva (variando entre 16 e 21 dias) e predominância de dias sem chuvas (variando entre 08 e 11 dias). Há uma queda abrupta entre os anos de 2012 e 2013, passando de 12 ocorrências de dias com chuva para 0 ocorrências, voltando a subir nos anos de 2014 e 2015.

#### 5.4.3. Março

Na tabela 18 estão sumariadas as somas das ocorrências de dias com chuva e dias sem chuva de todos os meses de março, de Uberlândia-MG, da série histórica de 1981 a 2015.

Tabela 18: Sumário das somas dos dias com chuva e sem chuva de todos os meses de março de 1981 a 2015

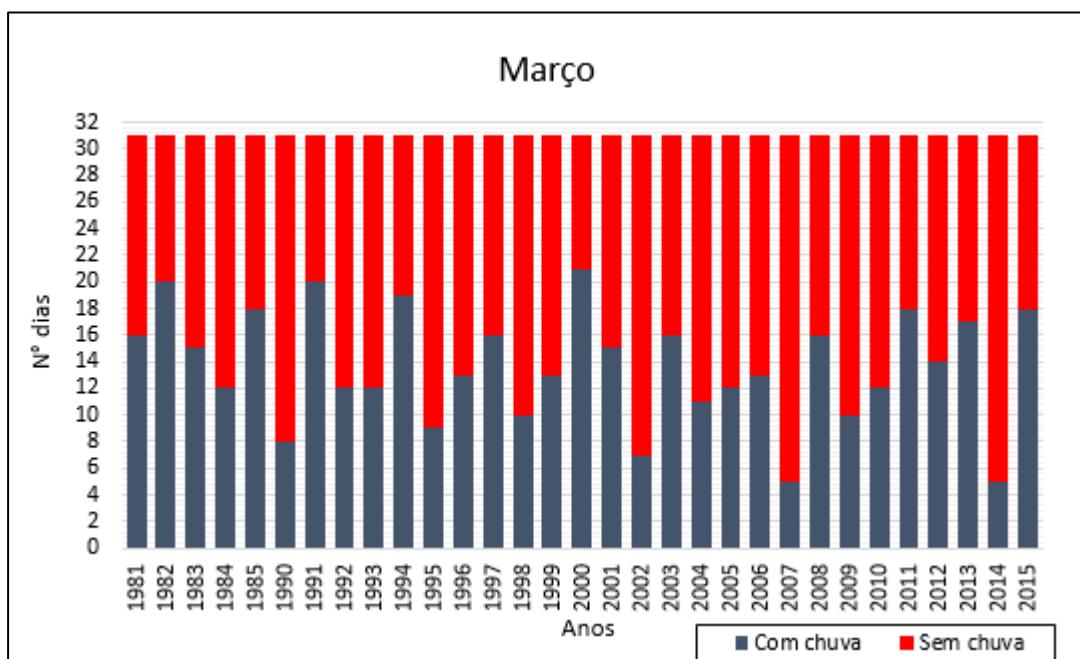
Ano	Nº dias	
	Com chuva	Sem chuva
<b>1981</b>	16	15
<b>1982</b>	20	11
<b>1983</b>	15	16
<b>1984</b>	12	19
<b>1985</b>	18	13
<b>1990</b>	8	23
<b>1991</b>	20	11
<b>1992</b>	12	19
<b>1993</b>	12	19
<b>1994</b>	19	12
<b>1995</b>	9	22
<b>1996</b>	13	18
<b>1997</b>	16	15
<b>1998</b>	10	21
<b>1999</b>	13	18
<b>2000</b>	21	10
<b>2001</b>	15	16
<b>2002</b>	7	24
<b>2003</b>	16	15
<b>2004</b>	11	20
<b>2005</b>	12	19
<b>2006</b>	13	18
<b>2007</b>	5	26
<b>2008</b>	16	15
<b>2009</b>	10	21
<b>2010</b>	12	19
<b>2011</b>	18	13
<b>2012</b>	14	17
<b>2013</b>	17	14
<b>2014</b>	5	26
<b>2015</b>	18	13

Fonte: Autor (2017)

De acordo com a tabela 18, o ano de 2000 foi o que apresentou mais dias com registro de precipitação, com 21 dias, e 20 dias nos anos de 1982 e 1991. Os anos em que houveram menos dias com registro de precipitação, excetuando os anos de 1986 a 1989 que não há

registros de dados no mês de março desses anos, foram os anos de 2007 e 2017 que ficou sem chover em 26 dias, registrando apenas 5 dias com chuva. No gráfico 23 pode ser melhor visualizado a distribuição da quantidade de dias com chuva e sem chuva para todos os meses de março da série de 1981-2015.

Gráfico 23: Soma do número de dias com e sem chuvas dos meses de março de 1981 a 2015, de Uberlândia-MG



Fonte: Autor (2017)

Os anos de 2007, 2014, 2002, 1990 e 1995 foram os únicos anos que apresentaram menos de 10 dias com chuva, com 5 dias, 5 dias, 7 dias, 8 dias e 9 dias, respectivamente, a partir de análise do gráfico 23. Em contrapartida, os anos de 2000, 1982 e 1991 apresentaram mais de 20 dias com registro de chuvas (21 dias, 20 dias e 20 dias, respectivamente).

Não é perceptível nenhuma indicação de repetição de padrão ou tendência entre os dias com chuva e sem chuva ao longo do período analisado. Merece destaque o ano de 2014, que apresentou apenas 5 dias com chuva, fato que no ano anterior apresentou 17 dias com chuva e no ano posterior 18 dias com chuva. Com isso, a maior queda interanual aconteceu entre os anos de 2013 e 2014, com redução de 12 dias e, curiosamente, o maior aumento em relação à soma de dias com chuva foi de 13 dias, entre os anos de 2014 e 2015.

#### 5.4.4. Abril

Na tabela 19 estão sumariadas as somas das ocorrências de dias com chuva e dias sem chuva de todos os meses de abril, de Uberlândia-MG, da série histórica de 1981 a 2015.

Tabela 19: Sumário das somas dos dias com chuva e sem chuva de todos os meses de abril de 1981 a 2015

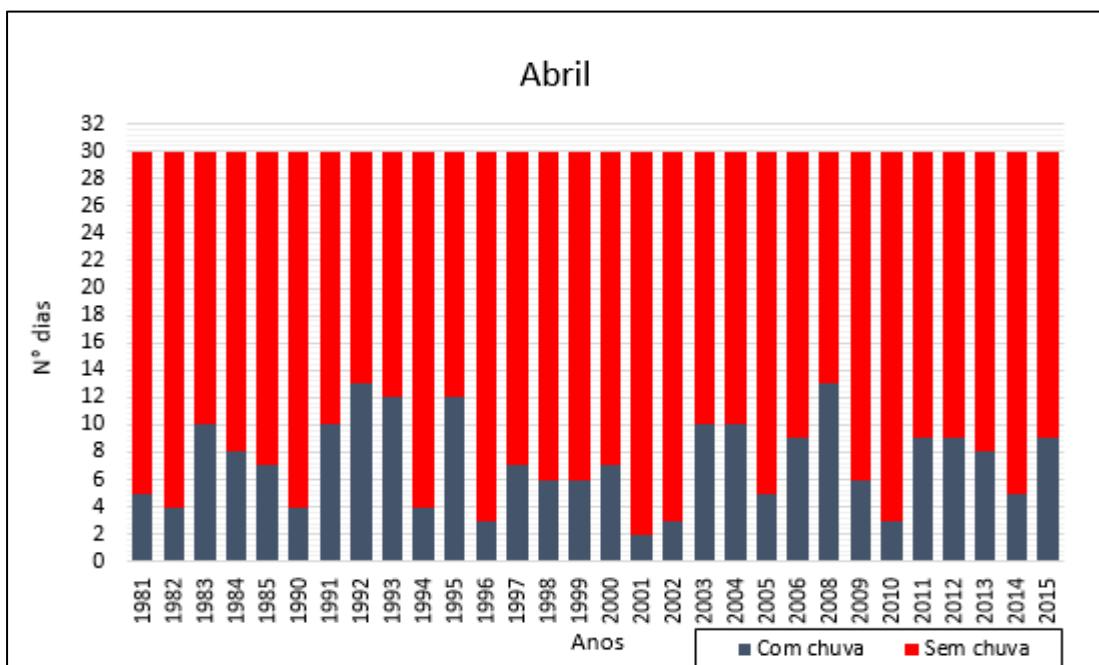
Ano	Nº dias	
	Com chuva	Sem chuva
1981	5	25
1982	4	26
1983	10	20
1984	8	22
1985	7	23
1990	4	26
1991	10	20
1992	13	17
1993	12	18
1994	4	26
1995	12	18
1996	3	27
1997	7	23
1998	6	24
1999	6	24
2000	7	23
2001	2	28
2002	3	27
2003	10	20
2004	10	20
2005	5	25
2006	9	21
2008	13	17
2009	6	24
2010	3	27
2011	9	21
2012	9	21
2013	8	22
2014	5	25
2015	9	21

Fonte: Autor (2017)

De acordo com a tabela 19, em muitos dos anos é possível perceber uma baixa quantidade de dias com chuva, evidenciando que, o mês de abril marca os fins da estação chuvosa, para a Uberlândia-MG, em que há predominância de dias com chuva em detrimento

de dias sem chuva. O ano com maior registro de precipitação em 24 horas no referido mês foram os anos de 1992 e 2008, com 13 dias com chuva cada, com destaque para os anos de 1993 e 1995 que apresentaram 12 dias com chuvas. O ano de 2001 foi o ano que menos percebeu chuvas, com 28 dias sem chuvas, seguido dos anos de 1996, 2002 e 2010 com 27 dias sem chuvas cada. No gráfico 24 estão melhor representados os acumulados de dias com e sem chuvas de Uberlândia-MG do mês de abril.

Gráfico 24: Soma do número de dias com e sem chuvas dos meses de abril de 1981 a 2015, de Uberlândia-MG



Fonte: Autor (2017)

O gráfico 24 evidencia a predominância de dias sem chuva em detrimento de dias com chuva, para todo o período analisado. É importante ressaltar que não há registro de dados para os meses de abril dos anos de 1986 a 1989 e 2007, portanto, não serão levados em consideração na análise.

O triênio 1991, 1992 e 1993 apresentaram serem uma sequência de anos com mais registro de precipitação diária da série histórica, com 10, 13 e 12 dias com chuva, respectivamente. Mesmo o ano de 1994 se comportar com uma baixa significativa na quantidade de dias com chuva, no ano de 1995 voltou a ocorrer um número elevado de dias

com chuva, com 12 dias. Com isso, pode-se dizer que houve continuidade da estação chuvosa estendendo-se ainda sobre o mês de abril, e não marcando o início da estação seca.

No quadriênio 1997, 1998, 1999 e 2000 e, no triênio 2011 a 2013 também foram verificadas semelhanças entre as quantidades de dias com chuva em anos consecutivos. No quadriênio e no triênio a variação foi de 1 dia, variando entre anos com 6 e 7 dias no quadriênio e no triênio variando entre 8 e 9 dias com chuva.

#### *5.4.5. Maio*

Na tabela 20 estão sumariadas as somas das ocorrências de dias com chuva e dias sem chuva de todos os meses de maio, de Uberlândia-MG, da série histórica de 1981 a 2015.

Tabela 20: Sumário das somas dos dias com chuva e sem chuva de todos os meses de maio de 1981 a 2015

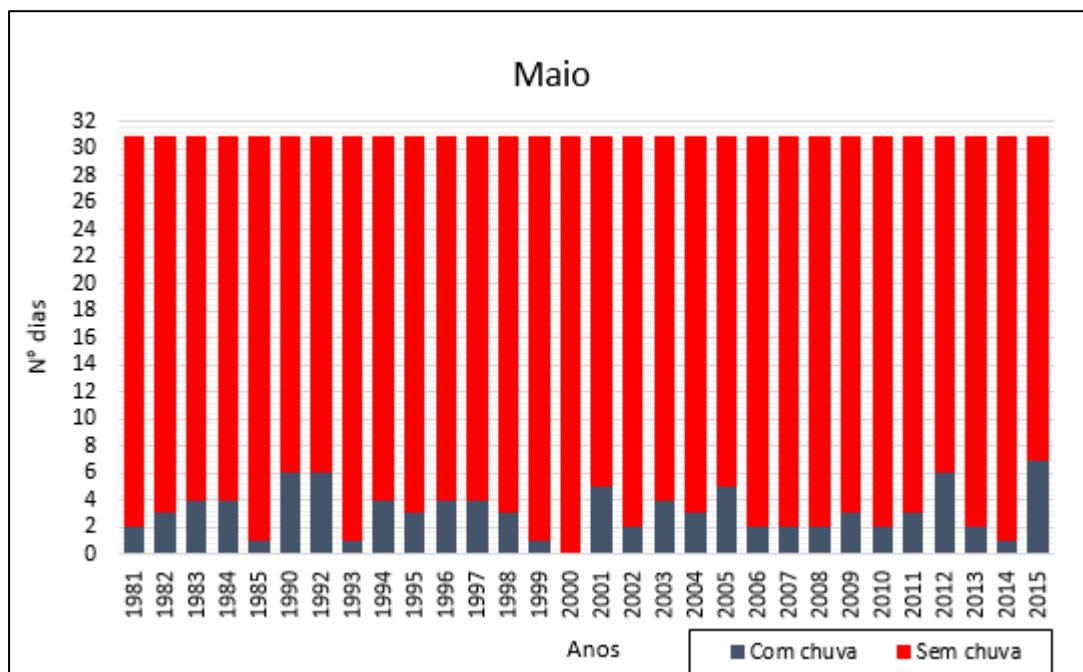
<b>Ano</b>	<b>MAIO</b>	
	<b>Nº dias</b>	
	<b>Com chuva</b>	<b>Sem chuva</b>
<b>1981</b>	2	29
<b>1982</b>	3	28
<b>1983</b>	4	27
<b>1984</b>	4	27
<b>1985</b>	1	30
<b>1990</b>	6	25
<b>1992</b>	6	25
<b>1993</b>	1	30
<b>1994</b>	4	27
<b>1995</b>	3	28
<b>1996</b>	4	27
<b>1997</b>	4	27
<b>1998</b>	3	28
<b>1999</b>	1	30
<b>2000</b>	0	31
<b>2001</b>	5	26
<b>2002</b>	2	29
<b>2003</b>	4	27
<b>2004</b>	3	28
<b>2005</b>	5	26
<b>2006</b>	2	29
<b>2007</b>	2	29
<b>2008</b>	2	29
<b>2009</b>	3	28
<b>2010</b>	2	29

<b>2011</b>	3	28
<b>2012</b>	6	25
<b>2013</b>	2	29
<b>2014</b>	1	30
<b>2015</b>	7	24

Fonte: Autor (2017)

A partir da tabela 20, pode-se verificar que as poucas chuvas que persistem marcam o início da estação seca, estendendo até meados de setembro, que compreende as estações de outono e inverno austrais. O ano de 2015 foi o que registrou a máxima ocorrência de dias com chuva, no total de 7 dias. Há falhas nos dados dos anos de 1986 a 1989 e 1991. O ano de 2000 foi o único da série analisada sem nenhum registro de dias com chuva, apenas dias sem chuva. No gráfico 25 pode ser visualizada a distribuição dos dias com e sem chuvas do mês de maio dos anos 1981-2015, de Uberlândia-MG.

Gráfico 25: Soma do número de dias com e sem chuvas dos meses de maio de 1981 a 2015, de Uberlândia-MG



Fonte: Autor (2017)

De acordo com o gráfico 25, é visível a predominância de anos com menos de 5 dias com chuvas, sendo que, nos anos de 1985, 1993, 1999 e 2014 foram marcados por apresentarem apenas 1 dia com chuva. O ano de 2000 não houve ocorrência de chuva, apenas dias sem chuvas.

O ano de 2015 foi o ano recorde de mais dias com chuva, marcando 7 dias. Destaque para os anos de 1990, 1992 e 2012 que registraram 6 dias com chuva cada.

Desde o ano de 2009 até 2015, é perceptível uma irregularidade na distribuição de chuvas que se estendem até o mês de maio, sendo que, no intervalo supracitado ocorreram dois anos de máxima e 1 ano com mínima de 1 dia com chuva e também a maior diferença entre anos consecutivos, de 7 dias, passando de 1 dia no ano de 2014 para 7 dias em 2015.

#### *5.4.6. Junho*

Na tabela 21 estão sumariadas as somas das ocorrências de dias com chuva e dias sem chuva de todos os meses de junho, de Uberlândia-MG, da série histórica de 1981 a 2015.

Tabela 21: Sumário das somas dos dias com chuva e sem chuva de todos os meses de junho de 1981 a 2015

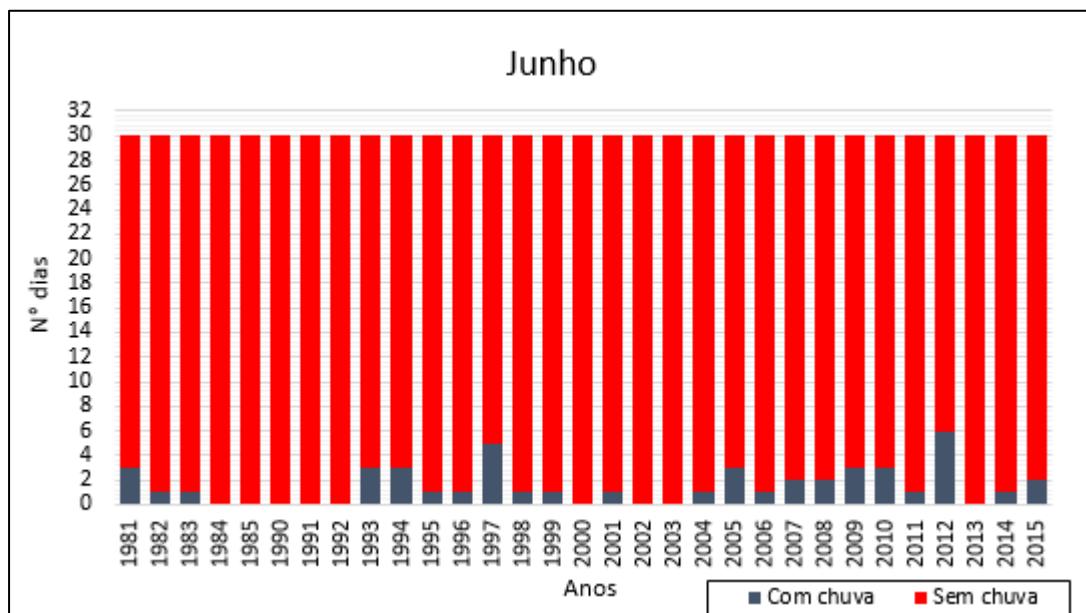
<b>Ano</b>	<b>JUNHO</b>	
	<b>Nº dias Com chuva</b>	<b>Sem chuva</b>
<b>1981</b>	3	27
<b>1982</b>	1	29
<b>1983</b>	1	29
<b>1984</b>	0	30
<b>1985</b>	0	30
<b>1990</b>	0	30
<b>1991</b>	0	30
<b>1992</b>	0	30
<b>1993</b>	3	27
<b>1994</b>	3	27
<b>1995</b>	1	29
<b>1996</b>	1	29
<b>1997</b>	5	25
<b>1998</b>	1	29
<b>1999</b>	1	29
<b>2000</b>	0	30
<b>2001</b>	1	29
<b>2002</b>	0	30
<b>2003</b>	0	30
<b>2004</b>	1	29
<b>2005</b>	3	27
<b>2006</b>	1	29
<b>2007</b>	2	28
<b>2008</b>	2	28

<b>2009</b>	3	27
<b>2010</b>	3	27
<b>2011</b>	1	29
<b>2012</b>	6	24
<b>2013</b>	0	30
<b>2014</b>	1	29
<b>2015</b>	2	28

Fonte: Autor (2017)

Na tabela 21 pode ser observado que há poucas ocorrências de chuvas nesse período do ano, havendo predominância de dias sem chuvas. É importante ressaltar que entre os anos de 1986 a 1989 não há registro de dados no banco de dados, portanto, excluídos da análise. Os anos de 1984, 1985, 1990, 1991, 1992, 2000, 2002, 2003 e 2013 não há ocorrências de dias com chuvas, apenas dias sem chuvas. O ano de 2012 foi o ano que teve maior ocorrência de dias com chuvas, no total de 6 dias, seguido pelo ano de 1997 com 5 dias com chuvas. O gráfico 26, abaixo, mostra a distribuição de dias com chuvas e sem chuvas para o mês de junho do período de 1981 a 2015.

Gráfico 26: Soma do número de dias com e sem chuvas dos meses de junho de 1981 a 2015, de Uberlândia-MG



Fonte: Autor (2017)

A partir do gráfico 26, percebe-se dois momentos que concentram quase todos os anos com ocorrências de dias com chuvas, que são: entre os anos de 1993 e 1999 e entre os anos de 2004 e 2012.

#### 5.4.7. Julho

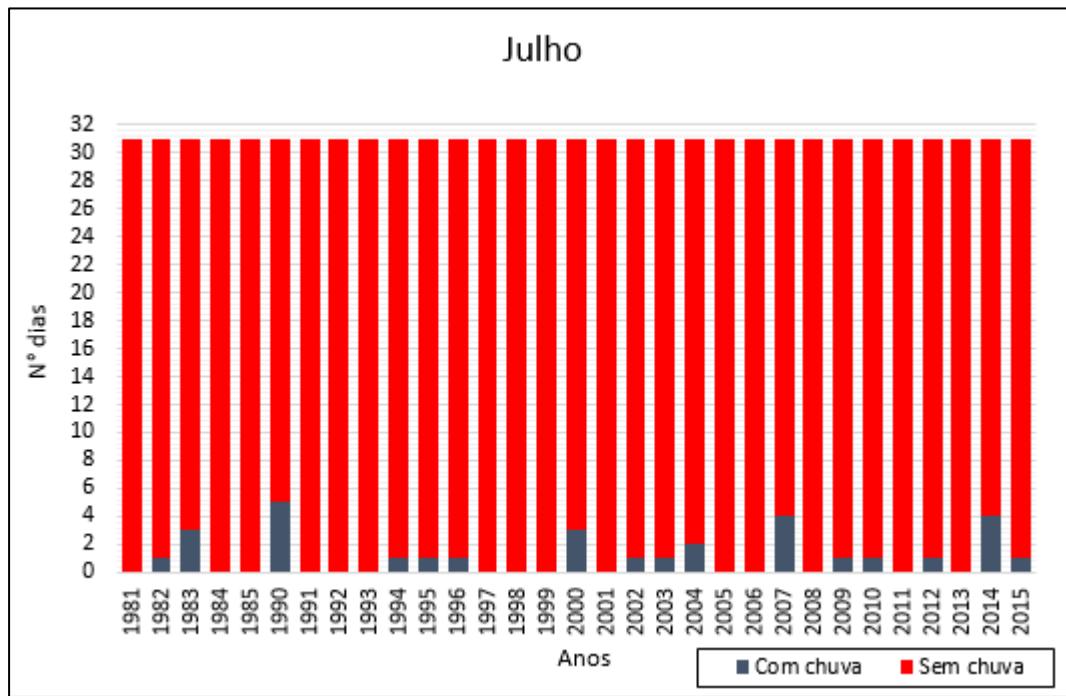
Na tabela 22 estão sumariadas as somas das ocorrências de dias com chuva e dias sem chuva de todos os meses de julho, de Uberlândia-MG, da série histórica de 1981 a 2015.

Tabela 22: Sumário das somas dos dias com chuva e sem chuva de todos os meses de julho de 1981 a 2015

Ano	JULHO	
	Nº dias Com chuva	Nº dias Sem chuva
<b>1981</b>	0	31
<b>1982</b>	1	30
<b>1983</b>	3	28
<b>1984</b>	0	31
<b>1985</b>	0	31
<b>1990</b>	5	26
<b>1991</b>	0	31
<b>1992</b>	0	31
<b>1993</b>	0	31
<b>1994</b>	1	30
<b>1995</b>	1	30
<b>1996</b>	1	30
<b>1997</b>	0	31
<b>1998</b>	0	31
<b>1999</b>	0	31
<b>2000</b>	3	28
<b>2001</b>	0	31
<b>2002</b>	1	30
<b>2003</b>	1	30
<b>2004</b>	2	29
<b>2005</b>	0	31
<b>2006</b>	0	31
<b>2007</b>	4	27
<b>2008</b>	0	31
<b>2009</b>	1	30
<b>2010</b>	1	30
<b>2011</b>	0	31
<b>2012</b>	1	30
<b>2013</b>	0	31
<b>2014</b>	4	27
<b>2015</b>	1	30

Fonte: Autor (2017)

Gráfico 27: Soma do número de dias com e sem chuvas dos meses de julho de 1981 a 2015, de Uberlândia-MG



Fonte: Autor (2017)

A partir da tabela 22 e do gráfico 27, depreende-se que as chuvas durante o mês de julho são esporádicas. Julho é considerado o mês típico da estação do inverno, em que são verificadas temperaturas baixas associadas à baixa umidade relativa do ar e escassez de chuvas. Há falhas nos dados de precipitação do mês de julho dos anos de 1986 a 1989.

O ano de 1990 foi o que atingiu o máximo de 5 dias com chuvas, seguidos por 2007 e 2014 com 4 dias com chuva cada. Não há padrão aparente sobre as somas dos dias com e sem chuvas para os meses de julho.

#### 5.4.8. Agosto

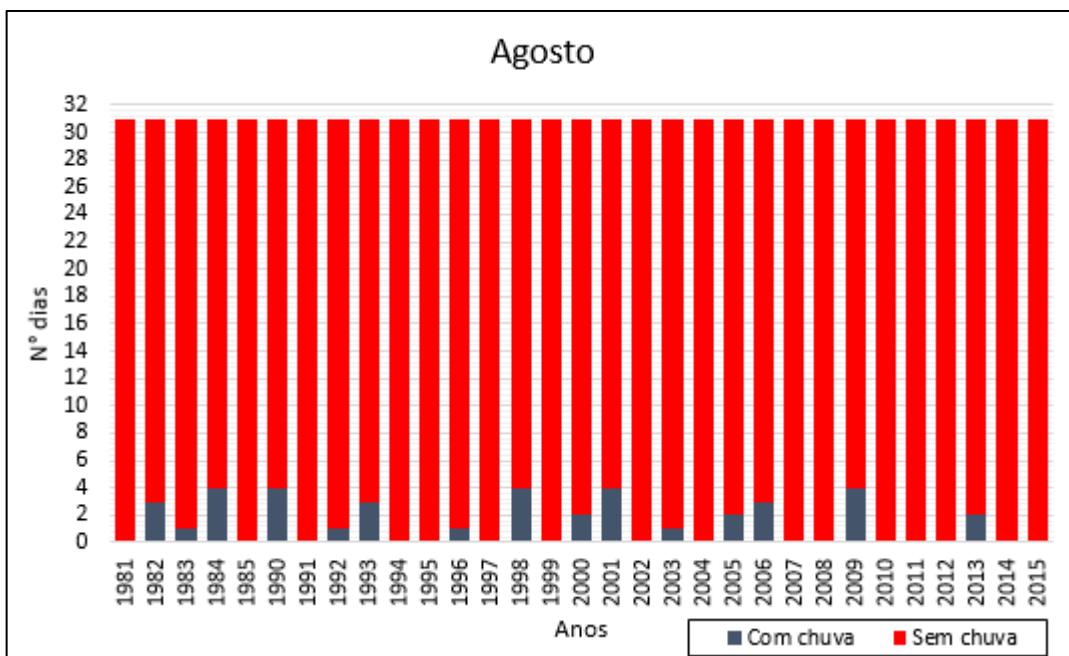
Na tabela 23 estão sumariadas as somas das ocorrências de dias com chuva e dias sem chuva de todos os meses de agosto, de Uberlândia-MG, da série histórica de 1981 a 2015.

Tabela 23: Sumário das somas dos dias com chuva e sem chuva de todos os meses de agosto de 1981 a 2015

Ano	Nº dias	
	Com chuva	Sem chuva
<b>1981</b>	0	31
<b>1982</b>	3	28
<b>1983</b>	1	30
<b>1984</b>	4	27
<b>1985</b>	0	31
<b>1990</b>	4	27
<b>1991</b>	0	31
<b>1992</b>	1	30
<b>1993</b>	3	28
<b>1994</b>	0	31
<b>1995</b>	0	31
<b>1996</b>	1	30
<b>1997</b>	0	31
<b>1998</b>	4	27
<b>1999</b>	0	31
<b>2000</b>	2	29
<b>2001</b>	4	27
<b>2002</b>	0	31
<b>2003</b>	1	30
<b>2004</b>	0	31
<b>2005</b>	2	29
<b>2006</b>	3	28
<b>2007</b>	0	31
<b>2008</b>	0	31
<b>2009</b>	4	27
<b>2010</b>	0	31
<b>2011</b>	0	31
<b>2012</b>	0	31
<b>2013</b>	2	29
<b>2014</b>	0	31
<b>2015</b>	0	31

Fonte: Autor (2017)

Gráfico 28: Soma do número de dias com e sem chuvas dos meses de agosto de 1981 a 2015, de Uberlândia-MG



Fonte: Autor (2017)

Assim como em julho, no mês de agosto ocorrem chuvas esporádicas, concentradas em poucos dias e constituem a baixa pluviosidade característico desse mês. A partir da tabela 23 e do gráfico 28, verifica-se que os anos em que houve mais ocorrências de dias com chuva foram 1984, 1990, 1998, 2000 e 2009 apresentando 4 dias com chuvas, seguido pelos anos de 1982, 1993 e 2006, em que foram verificados 3 dias com chuva. Nos anos compreendidos entre 1986 a 1989 não há registo dados.

De toda a série histórica, há 16 anos em que não foram verificados precipitação no mês de agosto, sendo, a maior sequência de anos sem dias com chuva no mês de agosto foi no triênio 2010-2012. Os anos entre 1982 e 1984 compreendem a maior sequência de anos com registro de pelo menos 1 dia com chuva, da série histórica.

#### 5.4.9. Setembro

Na tabela 24 estão sumariadas as somas das ocorrências de dias com chuva e dias sem chuva de todos os meses de setembro, de Uberlândia-MG, da série histórica de 1981 a 2015.

Tabela 24: Sumário das somas dos dias com chuva e sem chuva de todos os meses de setembro de 1981 a 2015

Ano	SETEMBRO	
	Nº dias Com chuva	Nº dias Sem chuva
<b>1981</b>	0	30
<b>1982</b>	5	25
<b>1983</b>	12	18
<b>1984</b>	5	25
<b>1990</b>	4	26
<b>1992</b>	8	22
<b>1994</b>	1	29
<b>1995</b>	1	29
<b>1996</b>	8	22
<b>1997</b>	6	24
<b>1998</b>	2	28
<b>1999</b>	6	24
<b>2000</b>	11	19
<b>2001</b>	6	24
<b>2002</b>	5	25
<b>2003</b>	4	26
<b>2004</b>	1	29
<b>2005</b>	3	27
<b>2006</b>	4	26
<b>2007</b>	3	27
<b>2008</b>	2	28
<b>2009</b>	12	18
<b>2010</b>	3	27
<b>2011</b>	0	30
<b>2012</b>	4	26
<b>2013</b>	5	25
<b>2014</b>	3	27
<b>2015</b>	4	26

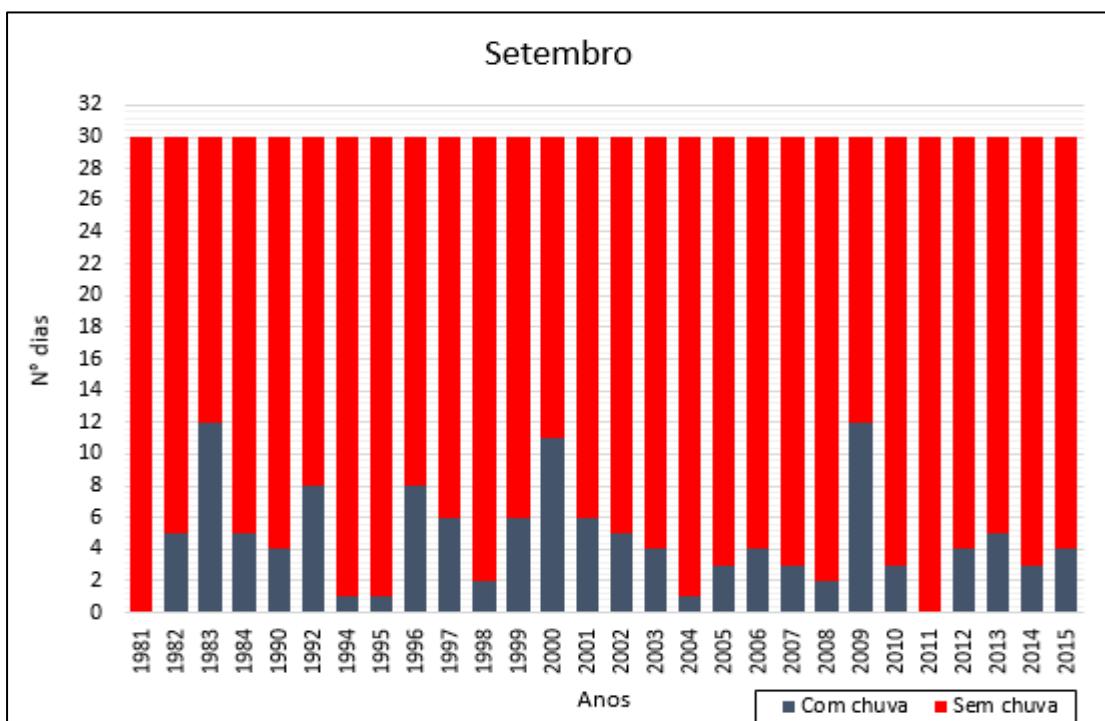
Fonte: Autor (2017)

A tabela 24 evidencia que a partir do mês de setembro as chuvas passam a ocorrer com mais frequência em Uberlândia-MG, marcando assim o início do período chuvoso para a região. Nesse mês já começa a ser registrados anos com mais de 10 dias registrados chuvas como, por exemplo, os anos de 1983, 2000 e 2009, com máximo nos anos de 1983 2000, registrados 12

dias com chuva e 2009 com 11 dias. Nos anos de 1981 e 2011 não apresentaram dias com chuva, apenas dias sem chuva. O início da estação chuvosa se dá em meados do mês de setembro, com isso, pode ser depreendido que a estação chuvosa nesses anos se iniciou tardeamente.

É importante ressaltar que nos anos de 1985 a 1989, 1991 e 1993 há falhas nos registros de dados, portanto, não considerados nas análises. É visível também que há predominância de dias sem chuvas em detrimento de dias com chuvas, no período analisado. No gráfico 29 é possível visualizar o comportamento dos dias com e sem chuvas para os meses de setembro.

Gráfico 29: Soma do número de dias com e sem chuvas dos meses de setembro de 1981 a 2015, de Uberlândia-MG



Fonte: Autor (2017)

De acordo com o gráfico 29, é perceptível verificar que a cada 9 anos, aproximadamente, ocorre uma elevação de dias com chuva, assim como ocorreram nos anos de 1983, 1992, 2000 e 2009. Entre os anos de 2012 e 2015, há uma certa regularidade de dias com chuvas, variando entre 3 dias e 5 dias.

As maiores diferenças na quantidade de dias com chuva ocorreram entre os anos de 2008 e 2009, passando de 2 para 12 dias sem chuvas, apresentando um gradiente de 10 dias e,

entre os anos de 2009 e 2010 que apresentaram uma elevação de 9 dias, passando de 12 para 3 dias com chuva. Grandes aumento e diminuição devido o comportamento do ano de 2009, que foi o ano recorde de mais dias com chuva.

#### *5.4.10. Outubro*

Na tabela 25 estão sumariadas as somas das ocorrências de dias com chuva e dias sem chuva de todos os meses de outubro, de Uberlândia-MG, da série histórica de 1981 a 2015.

Tabela 25: Sumário das somas dos dias com chuva e sem chuva de todos os meses de outubro de 1981 a 2015

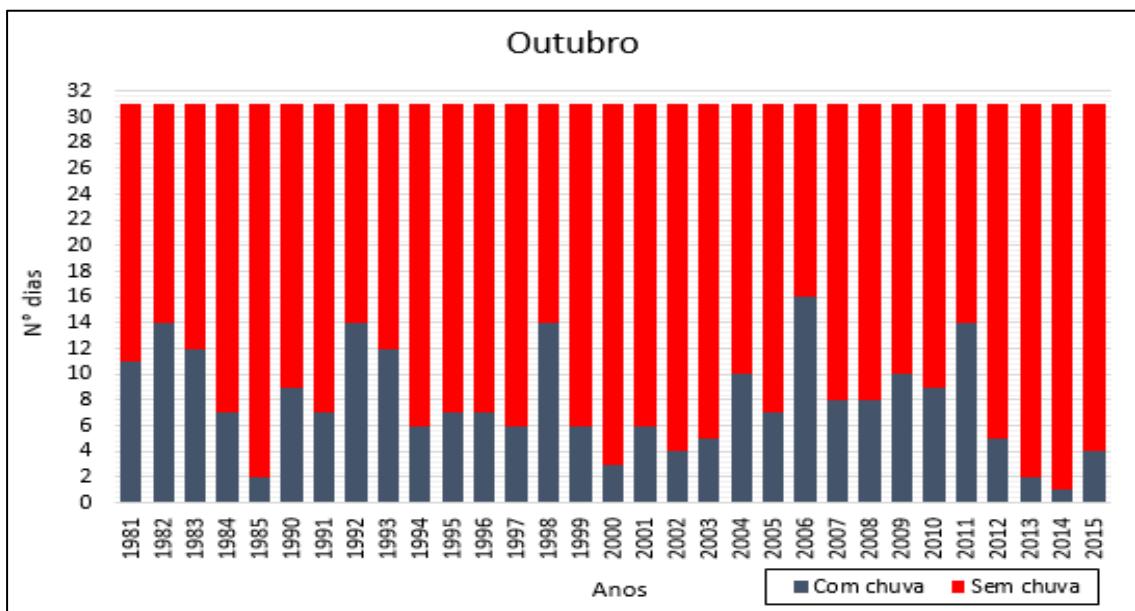
Ano	OUTUBRO	
	Nº dias Com chuva	Nº dias Sem chuva
<b>1981</b>	11	20
<b>1982</b>	14	17
<b>1983</b>	12	19
<b>1984</b>	7	24
<b>1985</b>	2	29
<b>1990</b>	9	22
<b>1991</b>	7	24
<b>1992</b>	14	17
<b>1993</b>	12	19
<b>1994</b>	6	25
<b>1995</b>	7	24
<b>1996</b>	7	24
<b>1997</b>	6	25
<b>1998</b>	14	17
<b>1999</b>	6	25
<b>2000</b>	3	28
<b>2001</b>	6	25
<b>2002</b>	4	27
<b>2003</b>	5	26
<b>2004</b>	10	21
<b>2005</b>	7	24
<b>2006</b>	16	15
<b>2007</b>	8	23
<b>2008</b>	8	23
<b>2009</b>	10	21
<b>2010</b>	9	22
<b>2011</b>	14	17
<b>2012</b>	5	26
<b>2013</b>	2	29

<b>2014</b>	1	30
<b>2015</b>	4	27

Fonte: Autor (2017)

De acordo com a tabela 25, verifica-se que, o ano com maior número de dias com chuva foi 2006, registrados 16 dias com chuva, seguidos pelos anos de 1982, 1992, 1998 e 2011, ambos com 14 dias com chuva cada. A maior ocorrência de dias sem chuvas para o mês de outubro ocorreu no ano de 2014, verificados 30 dias sem chuva. O mês de setembro dos anos de 1986, 1987, 1988 e 1989 apresentam falhas nos dados, portanto não serão levados em consideração nessa análise. Por meio do gráfico 30 é possível melhor visualização o comportamento dos dias com e sem chuvas para os meses de outubro.

Gráfico 30: Soma do número de dias com e sem chuvas dos meses de outubro de 1981 a 2015, de Uberlândia-MG



Fonte: Autor (2017)

O gráfico 30 mostra o aumento no número de dias com chuva superior a 1 mm, no período de 24 horas, em relação ao mês de setembro. Falhas nos dados ocorreram nos anos de 1986 a 1989. Excetuando os anos com falhas, o ano com menor registro de dias com chuva foi 2014, com 1 ocorrência apenas. Em contrapartida, o ano de 2006 registrou o maior número de dias com chuvas, no total de 16 dias, seguidos pelos anos de 1982, 1992, 1998 e 2011 que ambos atingiram 14 ocorrências.

No período de 1999 a 2003 houve uma sequência de anos com elevados registros de dias sem chuva, variando entre 28 e 25 dias. Nos últimos anos, a partir de 2012, os números de dias com chuva têm se mantido baixo em relação aos outros anos, com isso, pressupõe-se que as chuvas estão demorando além de outubro para atingir a região, concentrando nos demais meses do período chuvoso de Uberlândia-MG.

#### *5.4.11. Novembro*

Na tabela 26 estão sumariadas as somas das ocorrências de dias com chuva e dias sem chuva de todos os meses de novembro, de Uberlândia-MG, da série histórica de 1981 a 2015.

Tabela 26: Sumário das somas dos dias com chuva e sem chuva de todos os meses de novembro de 1981 a 2015

<b>Ano</b>	<b>NOVMEBRO</b>	
	<b>Nº dias</b>	
	<b>Com chuva</b>	<b>Sem chuva</b>
<b>1981</b>	19	11
<b>1982</b>	0	30
<b>1983</b>	16	14
<b>1984</b>	12	18
<b>1985</b>	13	17
<b>1990</b>	12	18
<b>1991</b>	14	16
<b>1992</b>	11	19
<b>1993</b>	8	22
<b>1994</b>	11	19
<b>1995</b>	10	20
<b>1996</b>	13	17
<b>1997</b>	15	15
<b>1998</b>	12	18
<b>1999</b>	9	21
<b>2000</b>	13	17
<b>2001</b>	13	17
<b>2002</b>	10	20
<b>2003</b>	13	17
<b>2004</b>	10	20
<b>2005</b>	18	12
<b>2006</b>	12	18
<b>2007</b>	16	14
<b>2008</b>	13	17
<b>2009</b>	7	23

<b>2010</b>	13	17
<b>2011</b>	10	20
<b>2012</b>	14	16
<b>2013</b>	10	20
<b>2014</b>	15	15
<b>2015</b>	15	15

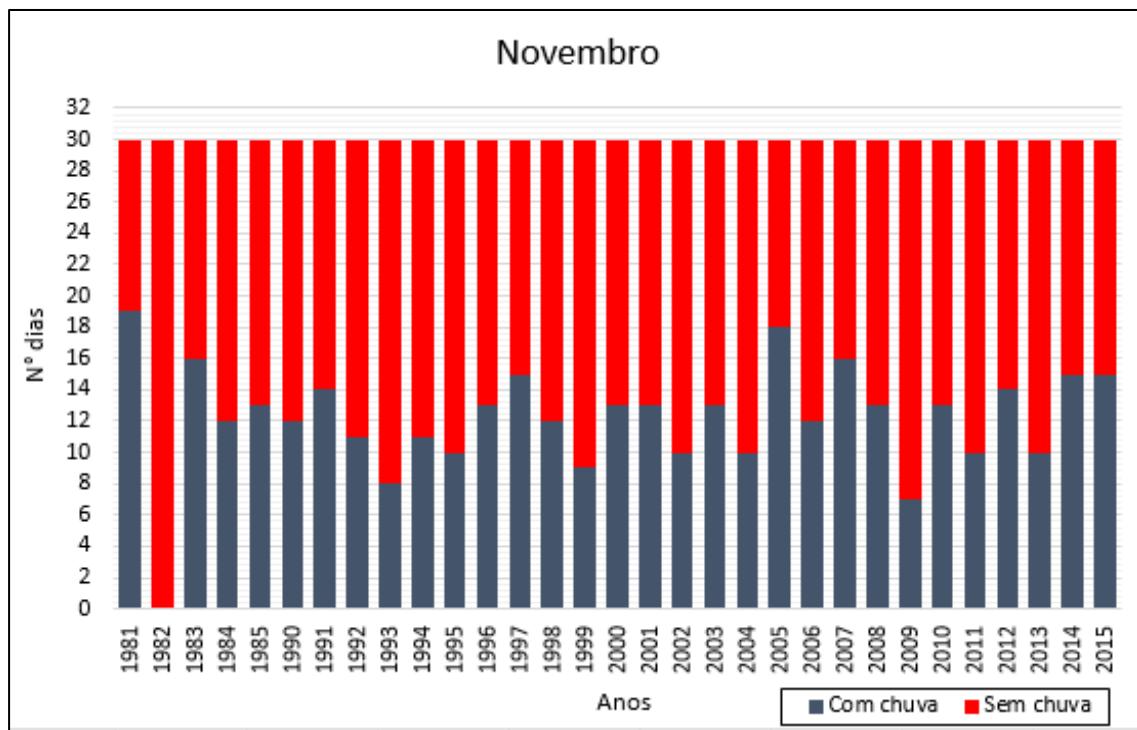
Fonte: Autor (2017)

A tabela 26 evidencia a elevada quantidade de dias com chuva percebida no mês novembro em comparação com o mês de outubro que, alguns anos apresentaram quantidade extremamente baixa de dias com chuva. Diga-se que, caracteristicamente, o mês de novembro apresenta chuvas mais regulares do que a maioria dos meses do ano.

Apesar de manter a regularidade na quantidade de dias com chuva, o ano de 1982 apresentou 30 dias sem chuva. Nesse referido ano, a partir do mês de setembro é que há uma quantidade de dias com chuvas significativa e, intensificando essa quantidade no mês de outubro. A ausência de dias sem chuvas em novembro de 1982 pode estar associada à alguma persistência de sistemas atmosféricos que impediram/dificultaram os processos de precipitação. Já o ano em que houve mais ocorrência de dias com chuva foi o ano de 1981, com 19 dias. É importante ressaltar a falha nos dados do mês de novembro dos anos de 1986, 1987, 1988 e 1989.

Por meio do gráfico 31 é possível melhor visualização o comportamento dos dias com e sem chuvas para os meses de novembro.

Gráfico 31: Soma do número de dias com e sem chuvas dos meses de novembro de 1981 a 2015, de Uberlândia-MG



Fonte: Autor (2017)

Por meio do gráfico 31, a maior diferença interanual na quantidade de dias com chuva ocorre entre os anos de 1981 e 1982, sendo que, no ano de 1981 foi registrado 19 dias com chuvas e, no ano de 1982 não foi registrado nenhum dia com chuva, apenas dias sem chuva, que é o recorde do mês de novembro na série histórica analisada. Em contrapartida, o aumento de dias com chuva é verificado entre os anos de 1982 e 1983, passando de 0 dias para 16 dias com chuva.

Desde o ano de 2010 vem se mantendo anos em que a quantidade de dias com chuvas é superior a 10 dias, variando entre 10 e 15 dias. Isso evidencia que, ao longo do mês de novembro as chuvas para a cidade de Uberlândia estão ocorrendo e se mantendo com maior frequência.

#### *5.4.12. Dezembro*

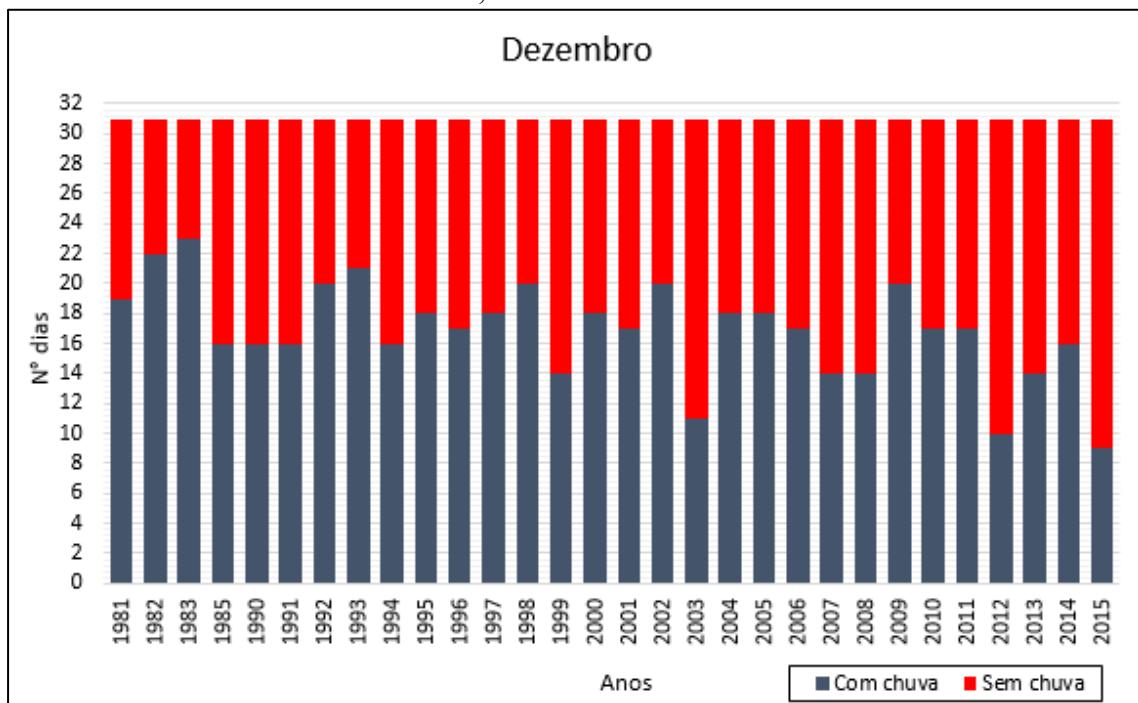
Na tabela 27 estão sumariadas as somas das ocorrências de dias com chuva e dias sem chuva de todos os meses de dezembro, de Uberlândia-MG, da série histórica de 1981 a 2015.

Tabela 27: Sumário das somas dos dias com chuva e sem chuva de todos os meses de dezembro de 1981 a 2015

<b>Ano</b>	<b>DEZEMBRO</b>	
	Nº dias Com chuva	Nº dias Sem chuva
<b>1981</b>	19	12
<b>1982</b>	22	9
<b>1983</b>	23	8
<b>1985</b>	16	15
<b>1990</b>	16	15
<b>1991</b>	16	15
<b>1992</b>	20	11
<b>1993</b>	21	10
<b>1994</b>	16	15
<b>1995</b>	18	13
<b>1996</b>	17	14
<b>1997</b>	18	13
<b>1998</b>	20	11
<b>1999</b>	14	17
<b>2000</b>	18	13
<b>2001</b>	17	14
<b>2002</b>	20	11
<b>2003</b>	11	20
<b>2004</b>	18	13
<b>2005</b>	18	13
<b>2006</b>	17	14
<b>2007</b>	14	17
<b>2008</b>	14	17
<b>2009</b>	20	11
<b>2010</b>	17	14
<b>2011</b>	17	14
<b>2012</b>	10	21
<b>2013</b>	14	17
<b>2014</b>	16	15
<b>2015</b>	9	22

Fonte: Autor (2017)

Gráfico 32: Soma do número de dias com e sem chuvas dos meses de dezembro de 1981 a 2015, de Uberlândia-MG



Fonte: Autor (2017)

A partir da tabela 27 e do gráfico 32, é possível tecer algumas considerações acerca da quantidade de dias com e sem chuvas para os meses de dezembro da série histórica de 1981 a 2015, de Uberlândia-MG. O ano com a maior quantidade de dias com chuvas foi 1983, em que foram registrados 23 dias com chuvas, seguido pelos anos de 1982 e 1993, com 22 dias e 21 dias, respectivamente. Os anos com menores quantidades de dias com chuva estão compreendidos na década de 2010, representados pelos anos de 2015 e 2012, com 9 dias e 10 dias, respectivamente.

A década de 1990 representa baixa variação das quantidades de dias com chuvas entre os anos, variando entre 21 dias com chuvas, nos anos de 1993 e 14 dias no ano de 1999. Enquanto isso, a década de 2000 verificou uma amplitude de 9 dias, tendo como o máximo os anos de 2002 e 2009 com 20 dias com registro de chuva cada e mínimo de 11 dias no ano de 2003.

A metade da década de 2010 já vem apresentando irregularidade nas quantidades de dias com chuvas. Nos primeiros 5 anos, o gradiente de variação foi de 8 dias, com mínimo de 9 dias no ano de 2015 e máximo de 17 dias nos anos de 2010 e 2011.

#### 5.4.13. Acumulados anuais de dias com e sem chuvas

Na tabela 28 estão sumariadas os totais anuais das ocorrências de dias com chuva e dias sem chuva de Uberlândia-MG, da série histórica de 1981 a 2015.

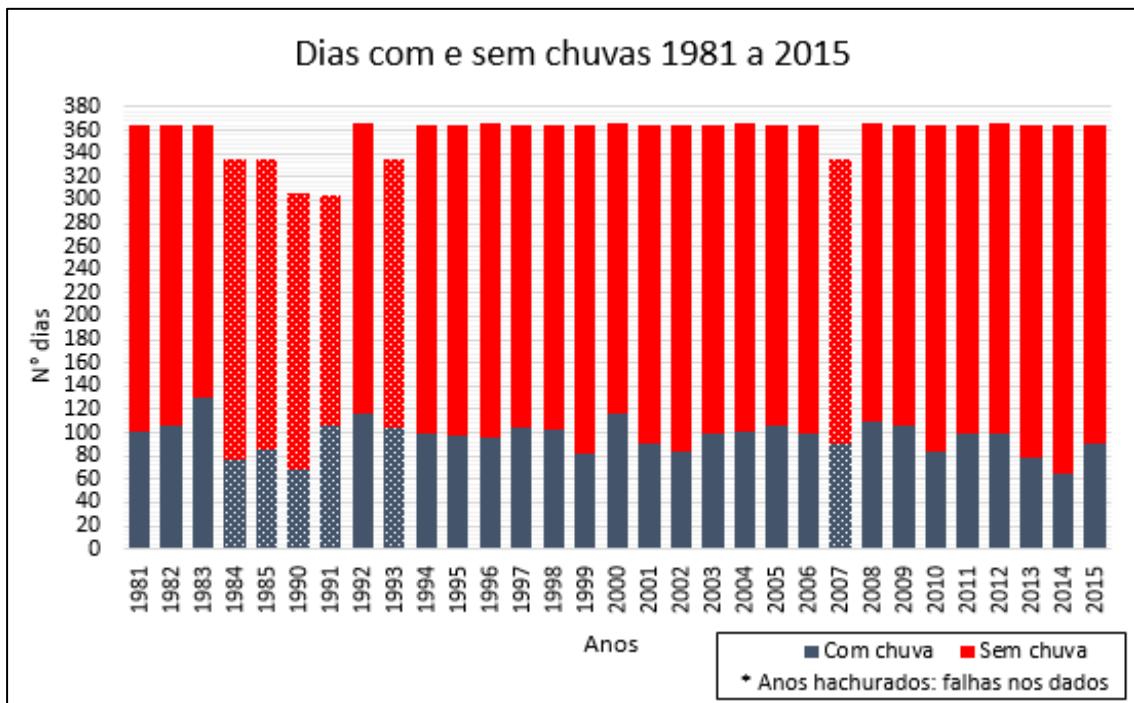
Tabela 28: Sumário dos acumulados anuais dos números de dias com chuva e sem chuva de Uberlândia-MG, série histórica de 1981-2015

ANO	Nº dias	
	Com chuva	Sem chuva
<b>1981</b>	101	264
<b>1982</b>	106	259
<b>1983</b>	131	234
<b>1984</b>	76	259
<b>1985</b>	85	250
<b>1990</b>	68	238
<b>1991</b>	106	198
<b>1992</b>	117	249
<b>1993</b>	104	231
<b>1994</b>	100	265
<b>1995</b>	98	267
<b>1996</b>	96	270
<b>1997</b>	105	260
<b>1998</b>	102	263
<b>1999</b>	82	283
<b>2000</b>	116	250
<b>2001</b>	91	274
<b>2002</b>	84	281
<b>2003</b>	100	265
<b>2004</b>	101	265
<b>2005</b>	106	259
<b>2006</b>	100	265
<b>2007</b>	90	245
<b>2008</b>	110	256
<b>2009</b>	106	259
<b>2010</b>	83	282
<b>2011</b>	100	265
<b>2012</b>	100	266
<b>2013</b>	78	287
<b>2014</b>	64	301

<b>2015</b>	<b>90</b>	<b>275</b>
<b>Média</b>	<b>97</b>	<b>261</b>

Fonte: Autor (2017)

Gráfico 33: Acumulados anuais do número de dias com e sem chuvas, período de 1981-2015, de Uberlândia-MG



Fonte: Autor (2017)

A partir da tabela 28 e do gráfico 33, os anos com o maior número de dias com chuva, são 1983, 1992, 2000 e 2008, todos eles com 110 dias ou mais. Em contrapartida, os anos com maior quantidade de dias sem chuvas são 1999, 2002, 2010 2013 e 2014, todos com 280 dias ou mais sem registro diário de chuvas

Os anos de 1986, 1987, 1988 e 1989 foram excluídos da tabela 28 e gráfico 33 por não ter registro de dados para esses anos. Os anos representados por colunas hachuradas (1984, 1985, 1990, 1991, 1993 e 2007) são anos em que apresentam falhas nos dados, entretanto, as falhas representam pequena parcela em relação ao total de dias da série histórica.

No ano de 1990, há falha nos dados nos meses de janeiro e fevereiro - que são 2/3 da estação do verão, que compreende a estação chuvosa na região - comprometendo assim a contagem dos dias no total anual, entretanto, foi mantido devido às contribuições nos demais meses. Ainda referente às falhas, é perceptível a variação pelo gráfico. Nos anos em que a barra

correspondente ao ano estiver menor que 365 dias, significa que houve falhas em pelo menos 1 mês do referido ano, esses anos são: 1984 (dezembro), 1985 (setembro), 1990 (janeiro e fevereiro), 1991 (maio e setembro), 1993 (setembro) e 2007 (abril).

A média da quantidade de dias com chuva da série analisada é de 97 dias com chuva e 261 dias sem chuva. Com isso, percebe-se que a partir o ano de 2012, vem sendo registradas quantidades de dias com chuva abaixo da média e acima da média dos dias sem chuva.

#### 4.4.14. Identificação e contagem de sequências de dias sem chuva no período chuvoso

Após as contagens de dias com chuva e sem chuva de toda a série histórica de Uberlândia-MG, foi verificado que, os meses em que há maiores ocorrências de dias com chuva são os meses de dezembro e janeiro. Também foi constatado que as chuvas, de modo geral, iniciam-se em meados de setembro, sendo que, em alguns anos iniciaram-se em novembro, estendendo-se até meados de março, com chuvas esporádicas ocorrendo ainda nos meses de abril e maio.

A partir disso, pode-se considerar que os meses de dezembro e janeiro podem ser considerados os meses de referência para o período chuvoso, na cidade de Uberlândia-MG. As chuvas nesse mês são muito importantes para a manutenção das alturas pluviométricas anuais.

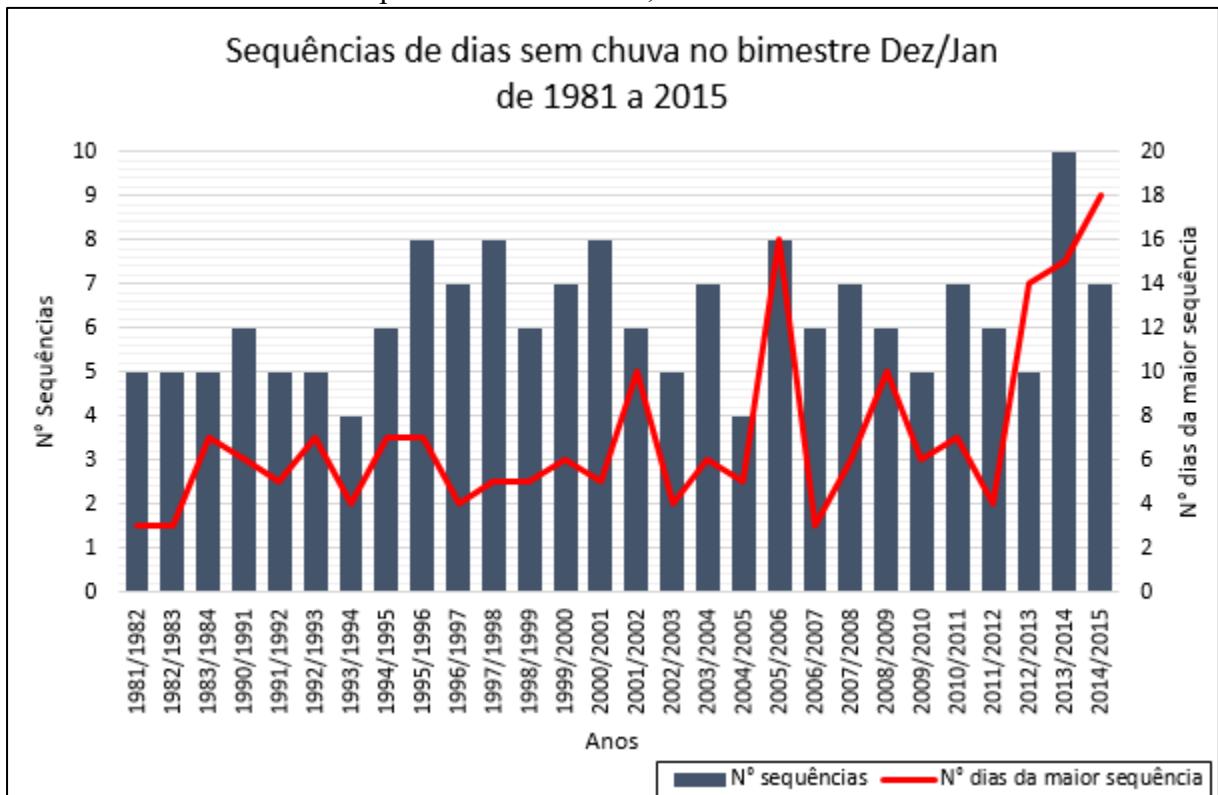
Com a aplicação da dupla função “SE” no Excel, foi possível descobrir o acúmulo de dias sem chuvas e, após preparada a tabela, utilizou-se o *software* IBM-SPSS Statistics 24.0 para a contagem dessas sequências de dias sem chuvas. Para a contagem, foi considerado 1 ocorrência de sequência quando houveram 2 ou mais dias sem chuvas. O número de sequências de dias sem chuva para a cidade de Uberlândia, no bimestre dezembro/janeiro está representada na tabela 29 e no gráfico 34.

Tabela 29: Número de sequências de dias sem chuva nos meses de Dez/Jan e quantidade de dias que representam a maior sequência, de Uberlândia-MG, de 1981 a 2015

Ano	Nº Sequências de dias sem chuva	Maior sequência sem chuva (dias)
<b>1981/1982</b>	5	3
<b>1982/1983</b>	5	3
<b>1983/1984</b>	5	7
<b>1990/1991</b>	6	6
<b>1991/1992</b>	5	5
<b>1992/1993</b>	5	7
<b>1993/1994</b>	4	4
<b>1994/1995</b>	6	7
<b>1995/1996</b>	8	7
<b>1996/1997</b>	7	4
<b>1997/1998</b>	8	5
<b>1998/1999</b>	6	5
<b>1999/2000</b>	7	6
<b>2000/2001</b>	8	5
<b>2001/2002</b>	6	10
<b>2002/2003</b>	5	4
<b>2003/2004</b>	7	6
<b>2004/2005</b>	4	5
<b>2005/2006</b>	8	16
<b>2006/2007</b>	6	3
<b>2007/2008</b>	7	6
<b>2008/2009</b>	6	10
<b>2009/2010</b>	5	6
<b>2010/2011</b>	7	7
<b>2011/2012</b>	6	4
<b>2012/2013</b>	5	14
<b>2013/2014</b>	10	15
<b>2014/2015</b>	7	18

Fonte: Autor (2017)

Gráfico 34: Número de sequências de dias sem chuva entre os meses de dezembro e janeiro para Uberlândia-MG, de 1981-2015



Fonte: Autor (2017)

Por meio de análise da tabela 29 e gráfico 34 é evidente que no bimestre Dezembro/Janeiro dos anos de 2013/2014 compreendeu o período de tempo em que ocorreram mais sequências de dias consecutivos sem chuva, no total de 10 sequências. Os anos de 1995/1996, 1991/1998, 2000/2001 e 2005/2006 registraram total de 8 sequências. Por outro lado, dezembro/janeiro dos anos de 1993/1994 e 2004/2005 apresentaram a menor quantidade de sequências de dias sem chuva, no total de 4 ocorrências.

Com relação à quantidade de dias que forma a maior sequência de dias sem chuvas de cada bimestre, é verificado que entre os meses de dezembro/janeiro de 2014/2015, com 18 dias consecutivos sem chuva, durante os dias 05/jan/2015 a 22/jan/2015. No intervalo entre 2005/2006 foi registrada uma sequência de 16 dias consecutivos sem chuvas, entre 11/jan/2006 a 26/jan/2006, caracterizando a segunda maior sequência sem chuvas do período analisado.

Durante a década de 1990, apesar de haver uma considerável variação na quantidade de sequências de dias sem chuva, entre 4 a 8 ocorrências, a variação entre a quantidade de dias que

compreende a maior sequência variou entre 4 a 7 dias. Durante a década de 2000, a ocorreu a mesma variação entre a quantidade de sequências, entretanto, a variação de dias entre as maiores sequências foi bem maior, oscilando entre 5 a 16 dias, acentuando ainda mais na década de 2010, que a maior sequência variou entre 4 a 18 dias.

Relacionando as quantidades das sequências interanuais com a quantidade de dias que persistem sem registro de chuva, dentro da estação chuvosa, percebe-se que, nos anos 2010 concentram as sequências mais longas, concomitantemente, há uma permanência de elevadas quantidades de sequências de dias sem chuva, o que leva a entender está ocorrendo irregularidade na distribuição das chuvas durante os meses de dezembro e janeiro.

A elevada quantidade de sequências de dias sem chuva no ano de 2014, associada com a baixa pluviosidade do ano, com 909,5 mm o caracteriza como um ano atípico.

## 5.5. CURVA DE PERMANÊNCIA

No intuito de verificar as ocorrências de extremos das variáveis de temperatura, umidade e precipitação, da cidade de Uberlândia-MG do período de 1981 a 2015, foi aplicado o método da Curva de Permanência.

Curva de Permanência ou de duração, é um modelo gráfico bidimensional que tem por objetivo verificar a frequência que uma variável x (com determinado valor de referência), numa dada distribuição, permanecem iguais ou superiores a esse valor de referência. Em outras palavras, esse método se baseia nas frequências de ocorrências em que um valor estipulado possa ser igualado ou superado, ou seja, qual a porcentagem de tempo em que as variáveis permanecem iguais ou maiores à variável de referência na série histórica (TUCCI, 2004). O gráfico referente à curva de permanência relaciona os valores no eixo das abscissas (eixo horizontal) com a permanência de tempo no eixo das ordenadas (eixo vertical), configurando, assim, o gráfico da Curva de Permanência (WILKS, 2006; THEBALDI, 2012).

Esse método é amplamente utilizado para a determinação de vazões, sendo a referência um valor estimado de acordo com as condições locais e/ou estaduais, em que são levadas em consideração as vazões médias, máximas e mínimas em variados intervalos de tempo. Para o estado de Minas Gerais, o IGAM (Instituto Mineiro de Gestão das Águas) define que a outorga de usos da água para os rios mineiros seja 50% da  $Q_{7,10}$ , sendo, a vazão mínima de 7 dias consecutivos com período de recorrência de 10 anos, na Resolução Conjunta SEMAD-IGAM nº 1548, de 29 de março 2012. Para o estado do Mato Grosso, O CEHIDRO (Conselho Estadual de Recursos Hídricos), por meio da Resolução nº 27, de 09 de julho de 2009, define outorga de 70% da  $Q_{95}$ , ou seja, outorga de 70% das águas para o uso quando a vazão permanece em 95% do tempo.

Esse método é amplamente utilizado na determinação de ocorrências de vazões, entretanto, por se tratar de dados estatísticos, pode ser aplicado à análise de permanência de

temperaturas, umidade relativa e precipitação em que permanecem iguais ou ultrapassa o valor de referência. A sua aplicabilidade pode ser verificada nos trabalhos de Tucci (2004); Cruz e Tucci (2008); Thebaldi (2012); Queiroz, Oliveira e Pires (2016) e Maciel e Oliveira (2016).

Para esse trabalho, foi adotada a referência de 0,5% para identificação dos extremos dos dados analisados. Com isso, verificou-se as ocorrências que excediam em 99,5% do tempo. Para as variáveis temperatura média e umidade relativa média, foi aplicado os limites de 0,5% superiores e inferiores (extremos máximos de mínimos). Para as variáveis temperatura máxima e precipitação, foi aplicado os 0,5% superiores (extremos máximos) e, para as variáveis temperatura mínima e umidade relativa mínima foi aplicado os 0,5% inferiores (extremos mínimos).

Após a organização dos dados em planilha eletrônica do Excel e posterior distribuição das frequências de todas as variáveis, do período de 1981 a 2015, foi calculado o valor de referência de 0,5 % .

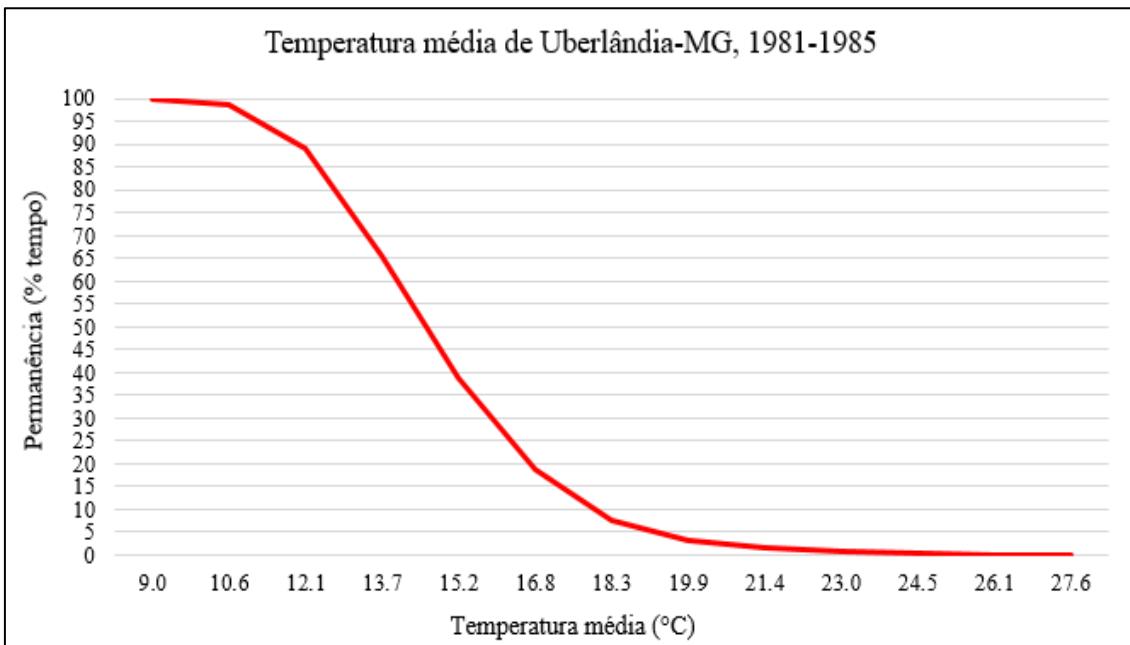
### 5.5.1. Comparações das variáveis por quinquênio

Com o intuito de proporcionar melhor observação do comportamento dos dados ao longo dos quinquênios, quantidade de ocorrências de eventos extremos, os dados foram agrupados, de forma comparativa, verificadas nas tabelas 30 a 37, divididos em seções para melhor visualização da análise.

#### 5.5.1.1. *Temperatura média (máximos e mínimos)*

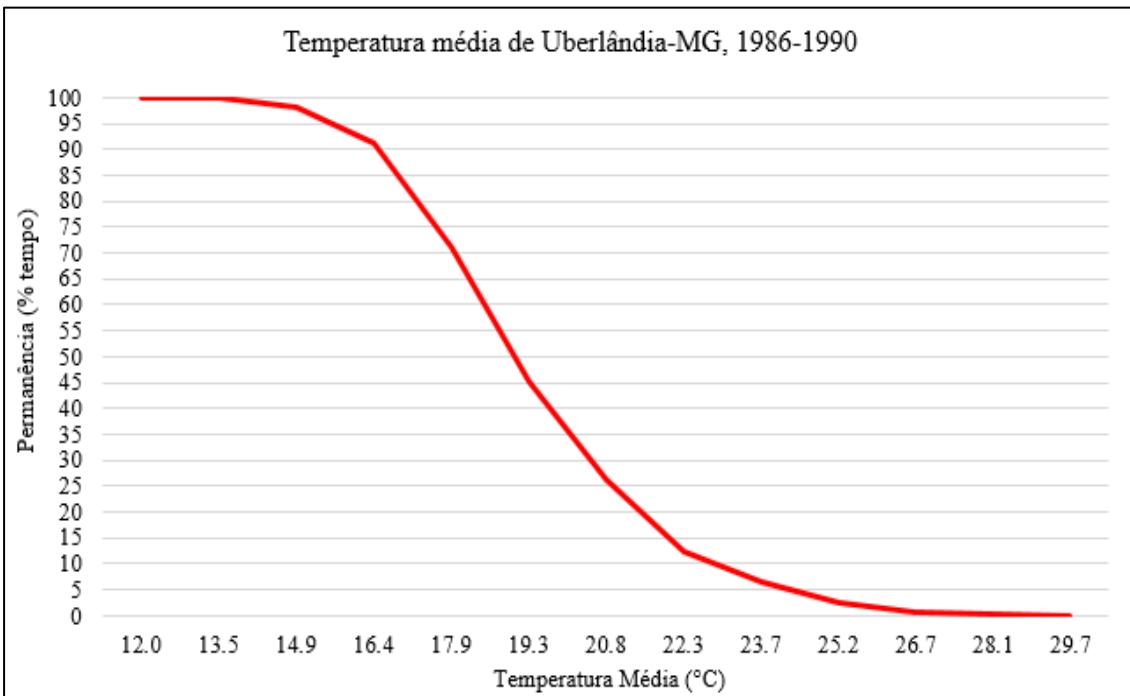
As curvas de permanência para a temperatura média de Uberlândia-MG, estão apresentadas nos gráficos 35 a 41.

Gráfico 35: Curva de Permanência para a Temperatura Média de Uberlândia-MG no 1º quinquênio, de 1981 a 1985



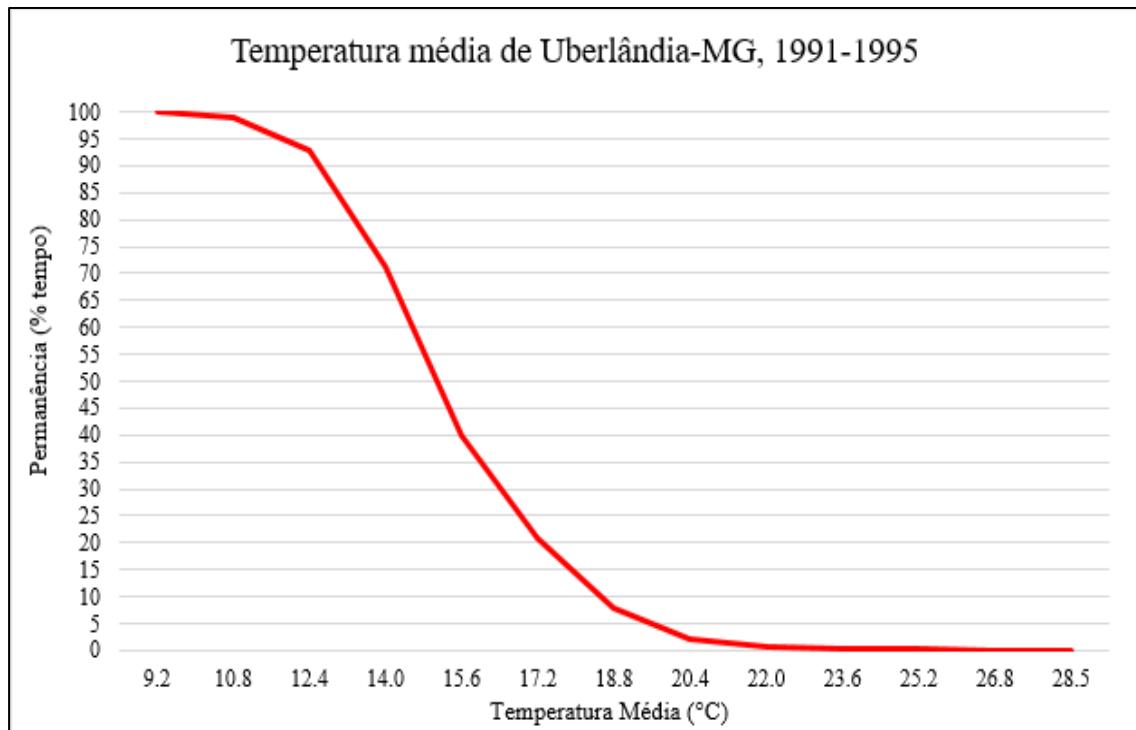
Fonte: Autor (2017)

Gráfico 36: Curva de Permanência para a Temperatura Média de Uberlândia-MG no 2º quinquênio, de 1986 a 1990



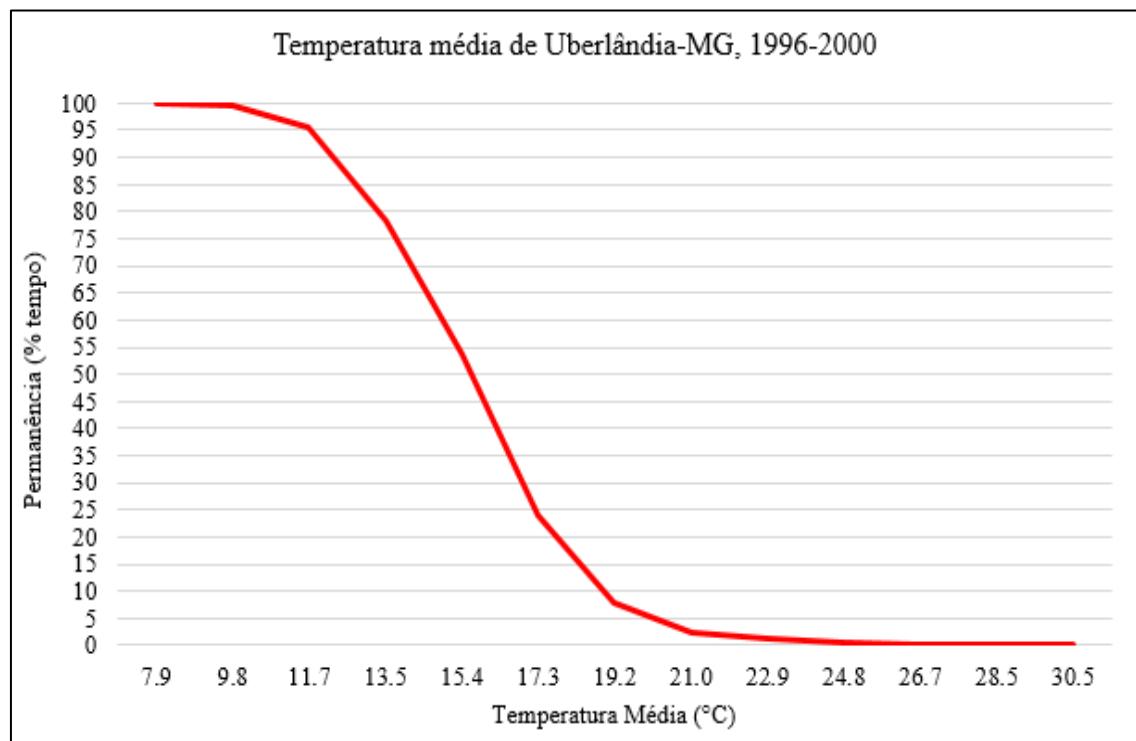
Fonte: Autor (2017)

Gráfico 37: Curva de Permanência para a Temperatura Média de Uberlândia-MG no 3º quinquênio, de 1991 a 1995



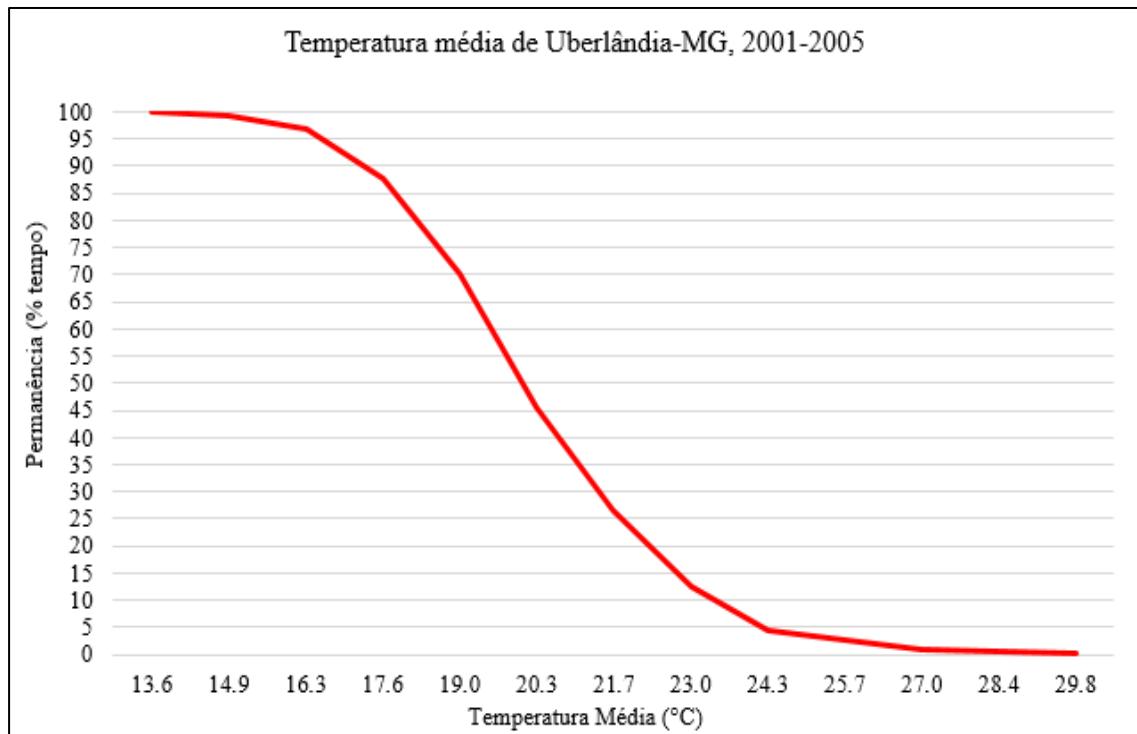
Fonte: Autor (2017)

Gráfico 38: Curva de Permanência para a Temperatura Média de Uberlândia-MG no 4º quinquênio, de 1996 a 2000



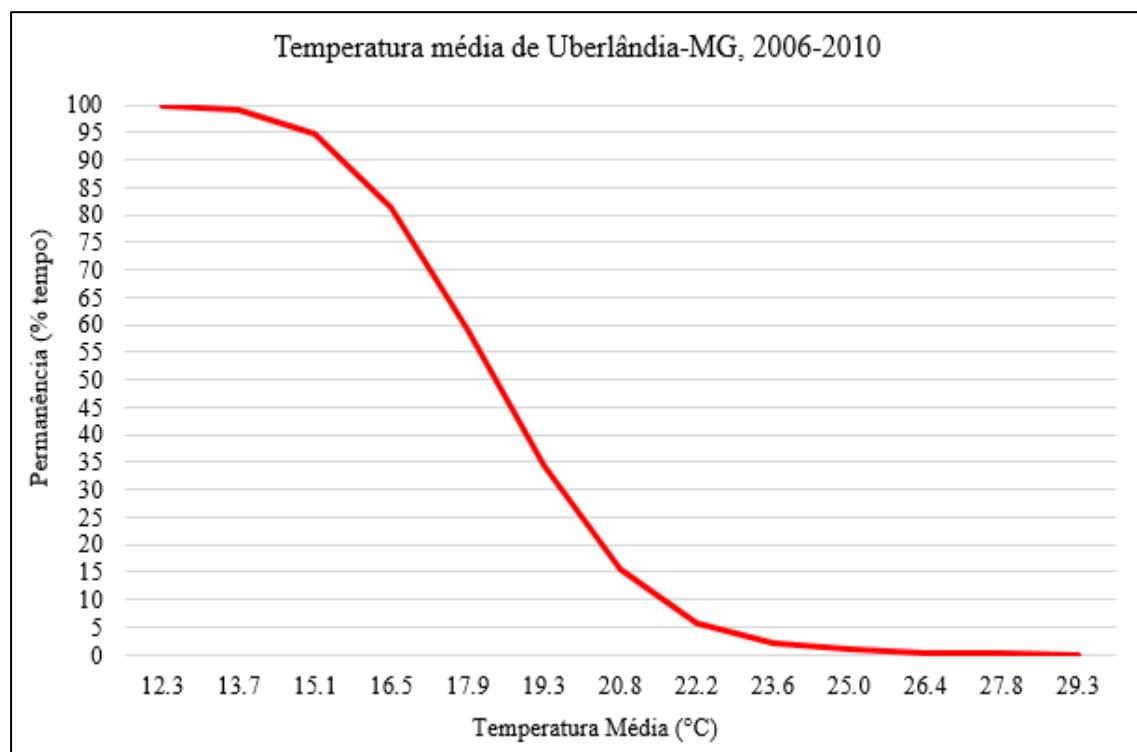
Fonte: Autor (2017)

Gráfico 39: Curva de Permanência para a Temperatura Média de Uberlândia-MG no 5º quinquênio, de 2001 a 2005



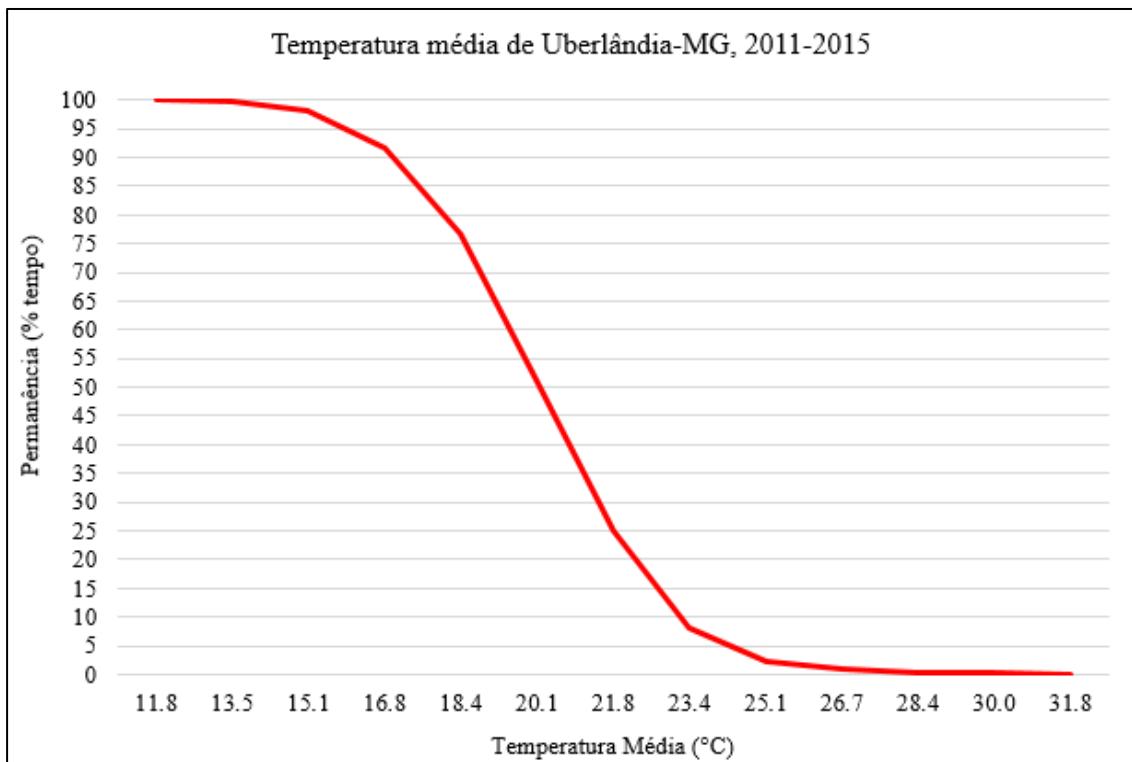
Fonte: Autor (2017)

Gráfico 40: Curva de Permanência para a Temperatura Média de Uberlândia-MG no 6º quinquênio, de 2006 a 2010



Fonte: Autor (2017)

Gráfico 41: Curva de Permanência para a Temperatura Média de Uberlândia-MG no 7º quinquênio, de 2010 a 2015



Fonte: Autor (2017)

De acordo com os gráficos 35 a 41, verifica-se que as curvas de permanência para Uberlândia-MG apresentam regularidade quanto à distribuição das temperaturas médias ao longo do período dos 7 quinquênios da série histórica de 1981 a 2015. O valor máximo de temperatura média foi verificado no 7º quinquênio (2011-2015), quando registrado 31,8 °C e, o menor valor de temperatura média foi no 4º quinquênio (1996-2000), quando foi registrado 7,9 °C.

A partir disso, foi calculado o valor de referência de 0,5% dos valores de extremos máximos e mínimos de temperatura média por quinquênio, a fim de verificar se há variação entre os intervalos de ocorrência de extremos a cada 5 anos e, variação entre as ocorrências desses extremos. A relação entre quinquênios, intervalos e as ocorrências são apresentadas nas tabelas 30 e 31.

Tabela 30: Comparações entre quinquênios dos intervalos e ocorrências dos extremos máximos de Temperatura Média de Uberlândia-MG

<b>Temperatura Média (máximos)</b>			
<b>Quinquênio (Q)</b>	<b>Período</b>	<b>0,5% dados (extremos)</b>	<b>Ocorrências</b>
		<b>Intervalo (°C)</b>	
<b>1</b>	1981-1985	27,0 - 27,6	6
<b>2</b>	1986-1990	28,8 - 29,7	1
<b>3</b>	1991-1995	27,6 - 28,5	7
<b>4</b>	1996-2000	30,1 - 30,5	2
<b>5</b>	2001-2005	28,8 - 29,8	5
<b>6</b>	2006-2010	28,4 - 29,3	6
<b>7</b>	2011-2015	30,9 - 31,8	2

Fonte: Autor (2017)

Pela tabela 30, nota-se a elevada variação entre os intervalos, com valores variando de 27,0 a 31,8 °C, 1 Q e 7 Q, respectivamente, marcando uma amplitude de 4,8 °C. Chama a atenção o intervalo do 7 Q que apresentou os maiores valores da série analisada.

As ocorrências não apresentaram padrão de comportamento ao longo dos quinquênios, sendo verificado o maior número de ocorrências de extremos máximos no 3 Q, com 7 ocorrências e, menor concentração de ocorrências no 2 Q, totalizando 1 ocorrência.

Tabela 31: Comparações entre quinquênios dos intervalos e ocorrências dos extremos mínimos de Temperatura Média de Uberlândia-MG

<b>Temperatura Média (mínimos)</b>			
<b>Quinquênio (Q)</b>	<b>Período</b>	<b>0,5% dados (extremos)</b>	<b>Ocorrências</b>
		<b>Intervalo (°C)</b>	
<b>1</b>	1981-1985	9,0 - 12,2	7
<b>2</b>	1986-1990	12,0 - 14,5	8
<b>3</b>	1991-1995	9,2 - 15,0	9
<b>4</b>	1996-2000	7,9 - 11,1	1
<b>5</b>	2001-2005	13,6 - 14,7	5
<b>6</b>	2006-2010	12,3 - 14,3	4
<b>7</b>	2011-2015	11,8 - 14,7	6

Fonte: Autor (2017)

É possível verificar na tabela 31 que os intervalos que compreendem as ocorrências de extremos mínimos de temperatura média apresentaram variações inter-quinquenais. Do total de 40 ocorrências entre os sete quinquênios, 24 estão concentradas nos três primeiros

quinquênios. Nestes há de se observar também uma maior proximidade no número de ocorrências, denotando maior homogeneidade de comportamento.

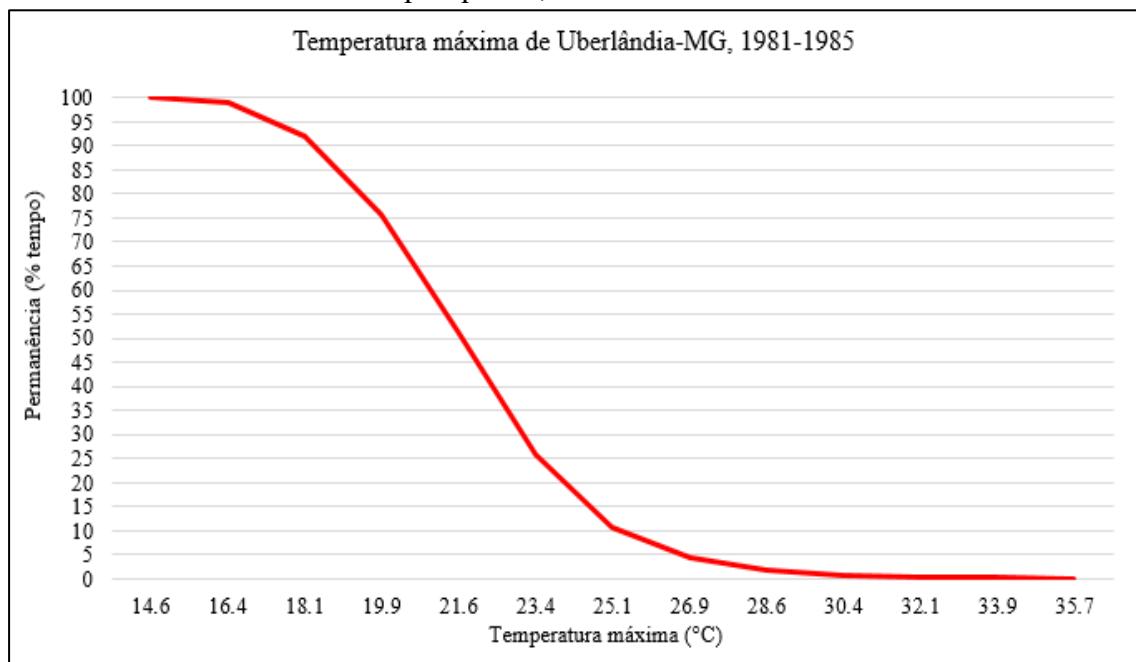
Nos quinquênios 1, 3 e 4 os limites inferiores se mantiveram abaixo dos 10°C, sendo que o intervalo com maior amplitude de valores ocorreu no 3 Q. Chama a atenção o 4 Q, que além de ter o intervalo com os menores valores, também a menor ocorrência de extremos, apenas 1.

Nos últimos três quinquênios, os limites inferiores e superiores dos intervalos estiveram entre 11,8 °C e 14,7 °C, respectivamente nesta ordem, sendo que, o 5 Q foi o que apresentou intervalo com maiores valores, entre 13,6 a 14,7°C.

#### 5.5.1.2. *Temperatura Máxima*

As curvas de permanência para a temperatura máxima de Uberlândia-MG, estão apresentadas nos gráficos 42 a 47.

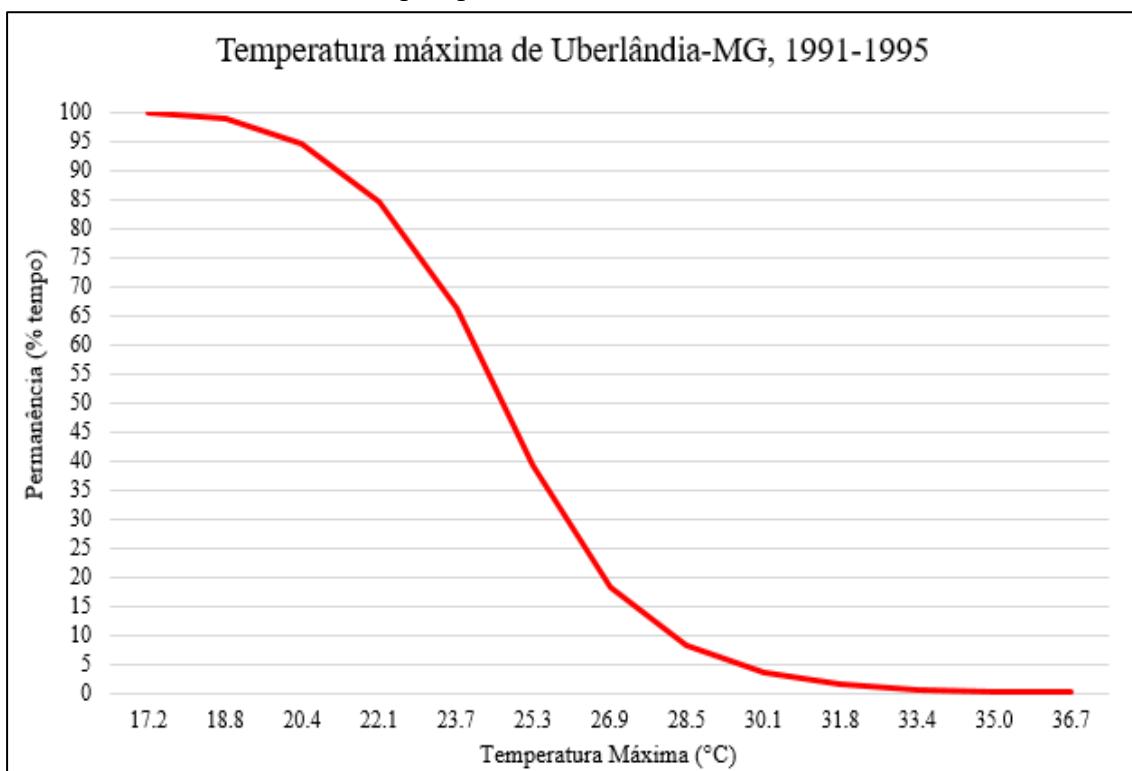
Gráfico 42: Curva de Permanência para a Temperatura Máxima de Uberlândia-MG no 1º quinquênio, de 1981 a 1985



Fonte: Autor (2017)

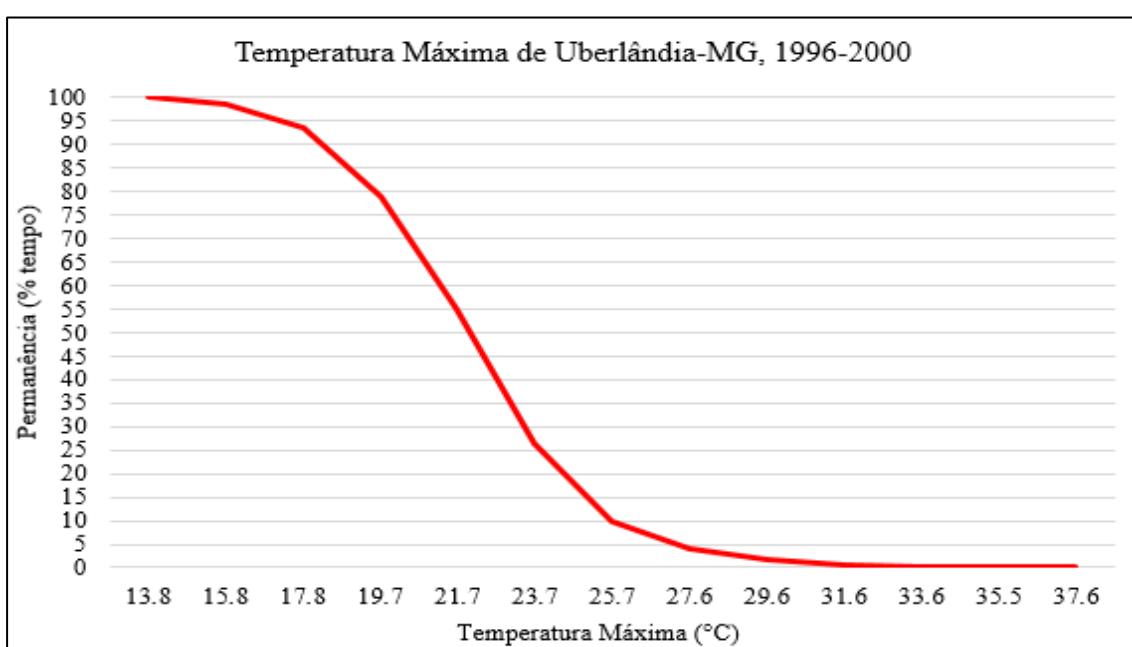
Entre os anos de 1986 a 1990, que corresponde ao 2º quinquênio não há registro de dados de temperatura máxima para Uberlândia-MG.

Gráfico 43: Curva de Permanência para a Temperatura Máxima de Uberlândia-MG no 3º quinquênio, de 1991 a 1995



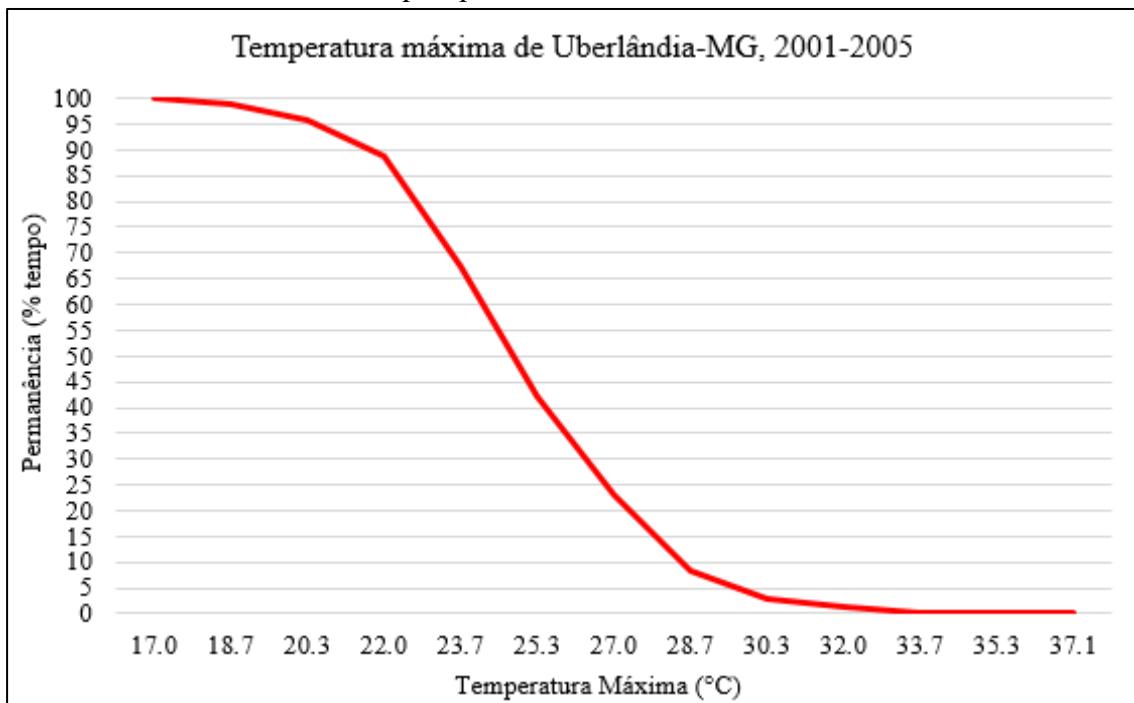
Fonte: Autor (2017)

Gráfico 44: Curva de Permanência para a Temperatura Máxima de Uberlândia-MG no 4º quinquênio, de 1996 a 2000



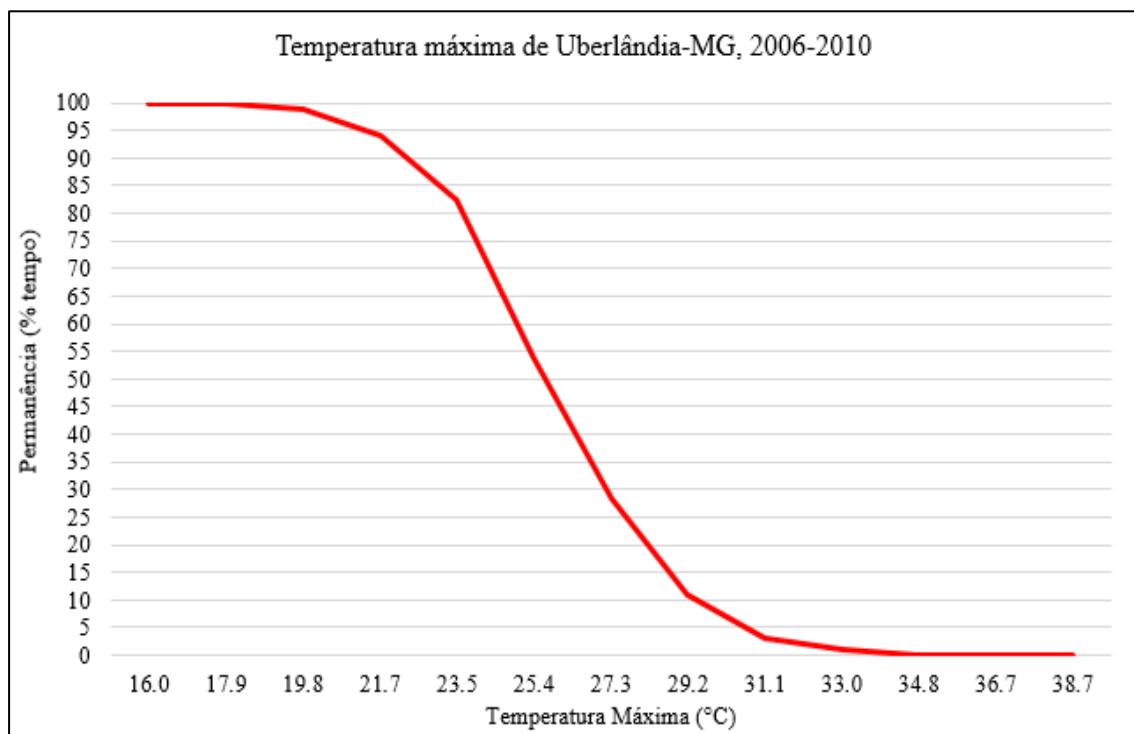
Fonte: Autor (2017)

Gráfico 45: Curva de Permanência para a Temperatura Máxima de Uberlândia-MG no 5º quinquênio, de 2001 a 2005



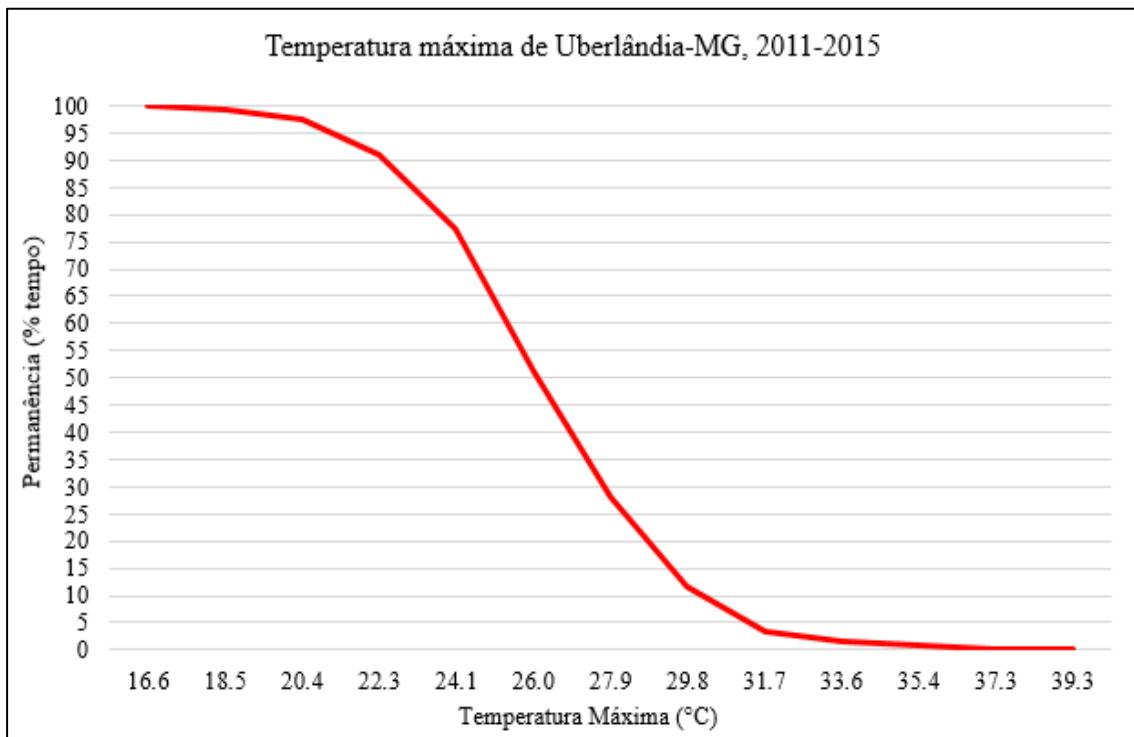
Fonte: Autor (2017)

Gráfico 46: Curva de Permanência para a Temperatura Máxima de Uberlândia-MG no 6º quinquênio, de 2006 a 2010



Fonte: Autor (2017)

Gráfico 47: Curva de Permanência para a Temperatura Máxima de Uberlândia-MG no 7º quinquênio, de 2011 a 2015



Fonte: Autor (2017)

De acordo com os gráficos 42 a 47, é possível verificar que os valores de temperatura máxima de Uberlândia-MG estão bem distribuídos ao longo da série histórica analisada, representadas por curvas de permanência. O valor máximo de temperatura máxima foi de 39,3 °C encontrado no 7º Q (2011-2015) e o valor mínimo de temperatura máxima foi registrado no 4º Q (1996-2000), com 13,8 °C. A relação entre quinquênios, intervalos e as ocorrências são apresentadas na tabela 32.

Tabela 32: Comparações entre quinquênios dos intervalos e ocorrências dos extremos de Temperatura Máxima de Uberlândia-MG

<b>Quinquênio (Q)</b>	<b>Período</b>	<b>Temperatura Máxima</b>	
		<b>0,5% dados (extremos)</b>	<b>Ocorrências</b>
<b>1</b>	1981-1985	34,7 - 35,7	7
<b>2</b>	1986-1990	-	-
<b>3</b>	1991-1995	35,9 - 36,7	5
<b>4</b>	1996-2000	36,9 - 37,6	2
<b>5</b>	2001-2005	36,3 - 37,1	6
<b>6</b>	2006-2010	37,1 - 38,7	2
<b>7</b>	2011-2015	37,5 - 39,3	8

Fonte: Autor (2017)

Pela tabela 32, é possível verificar que os intervalos que compreendem as ocorrências de extremos máximos de temperatura máxima apresentaram variações inter-quinquenais. Do total de 30 ocorrências de extremos máximos de temperatura máxima, o comportamento das ocorrências entre os quinquênios se dá de maneira intercalada, sendo que, nos quinquênios 1, 3, 5 e 7 ocorrem em maior quantidade os extremos e, nos quinquênios 4 e 6 ocorrem extremos em menor quantidade. Durante os anos de 1986 a 1990 não há registro de dados de temperatura máxima.

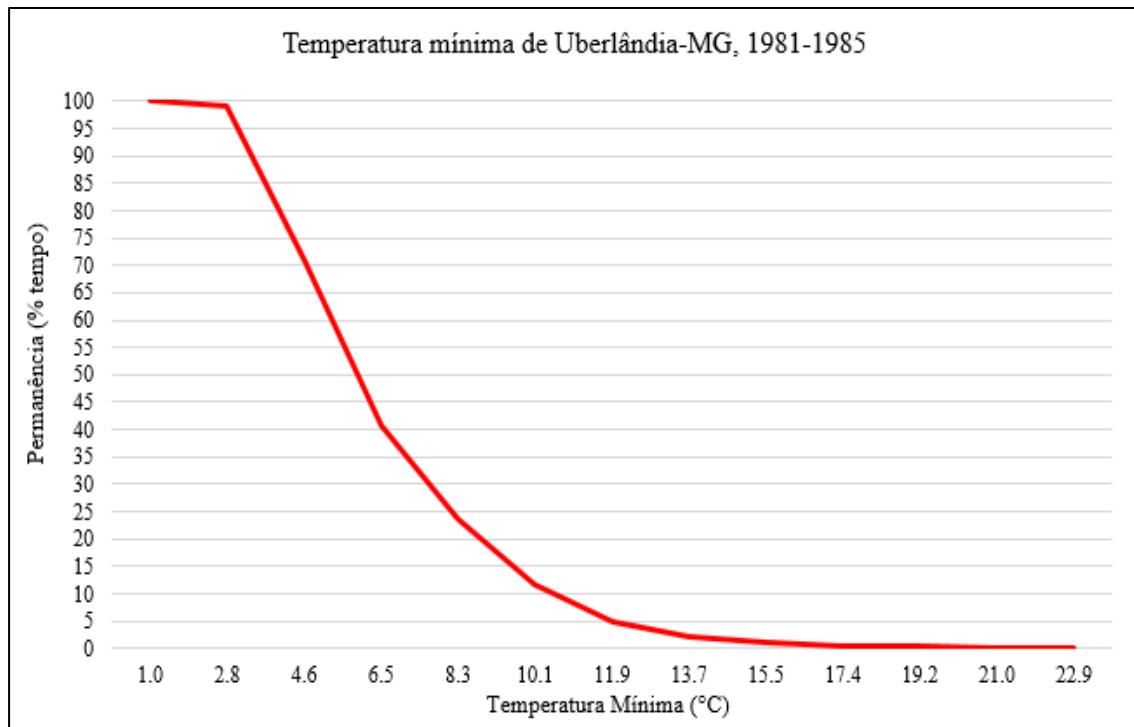
A variação entre os limites inferiores dos intervalos foi menor do que a variação entre os limites superiores. Enquanto o 1Q marcou 34,7 °C de limite inferior, o 7Q registrou o maior limite superior de temperatura máxima, com 39,3°C. Nos quinquênios 1, 3, 4 e 5, a amplitude entre os limites inferiores e superiores são mais baixas em relação aos demais, apresentando um gradiente igual ou menor que 1°C, já os quinquênios 6 e 7, as amplitudes entre os quinquênios duplicou, passando a ser de 1,6 e 1,8 °C. Com isso, depreende-se que nos quinquênios seguintes, a partir do ano de 2015, são esperados cada vez mais quinquênios com amplitudes maiores entre os limites do intervalo de ocorrência dos extremos.

A partir do exposto, pode-se afirmar que as ocorrências de extremos de temperatura máxima acontecem ao longo dos primeiros 5 anos das décadas ou, em quinquênios intercalados.

#### *5.5.1.3. Temperatura Mínima*

As curvas de permanência para a temperatura máxima de Uberlândia-MG, estão apresentadas nos gráficos 48 a 53.

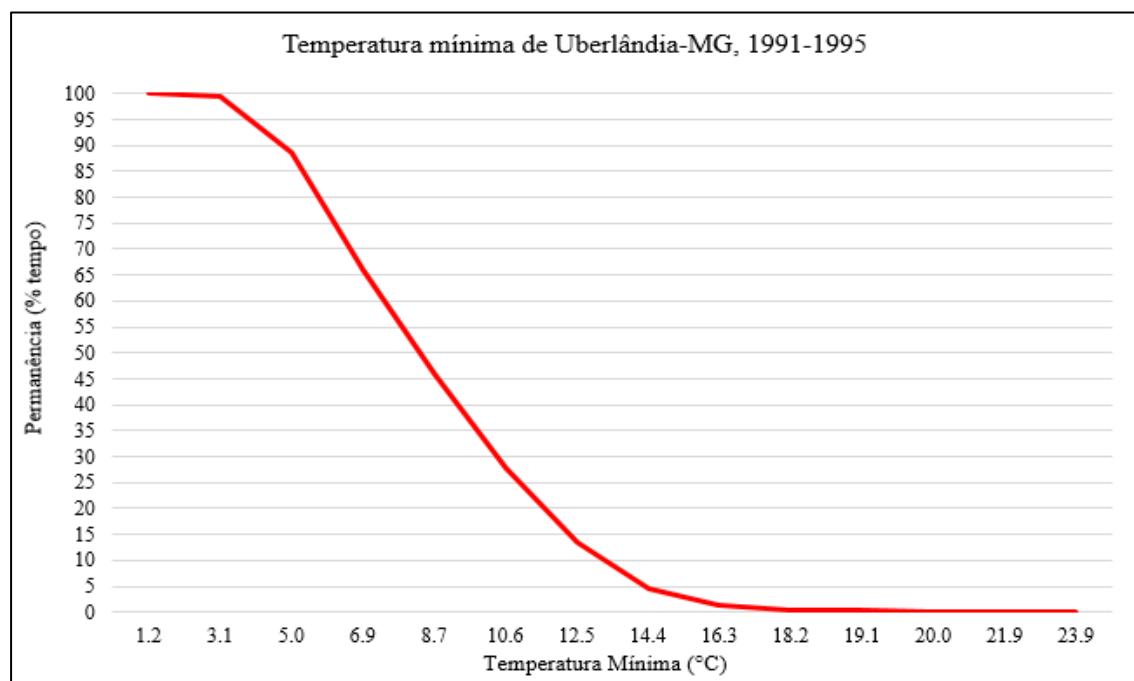
Gráfico 48: Curva de Permanência para a Temperatura Mínima de Uberlândia-MG no 1º quinquênio, de 1981 a 1985



Fonte: Autor (2017)

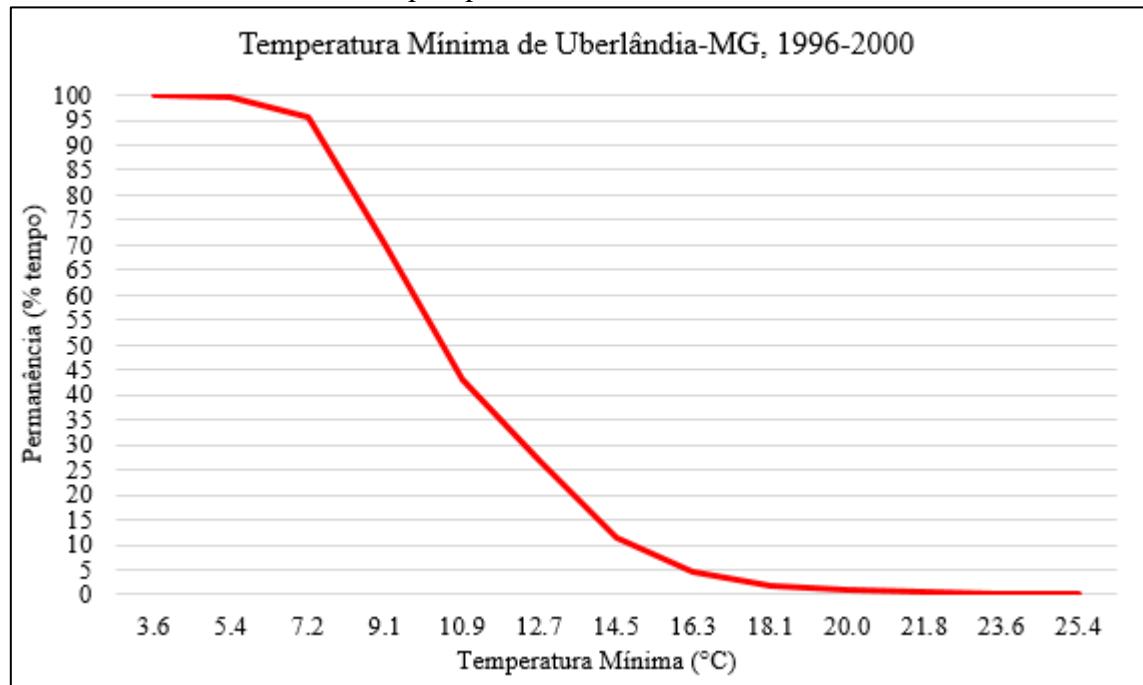
Entre os anos de 1986 a 1990, que corresponde ao 2º quinquênio não há registro de dados de temperatura mínima para Uberlândia-MG.

Gráfico 49: Curva de Permanência para a Temperatura Mínima de Uberlândia-MG no 3º quinquênio, de 1991 a 1995



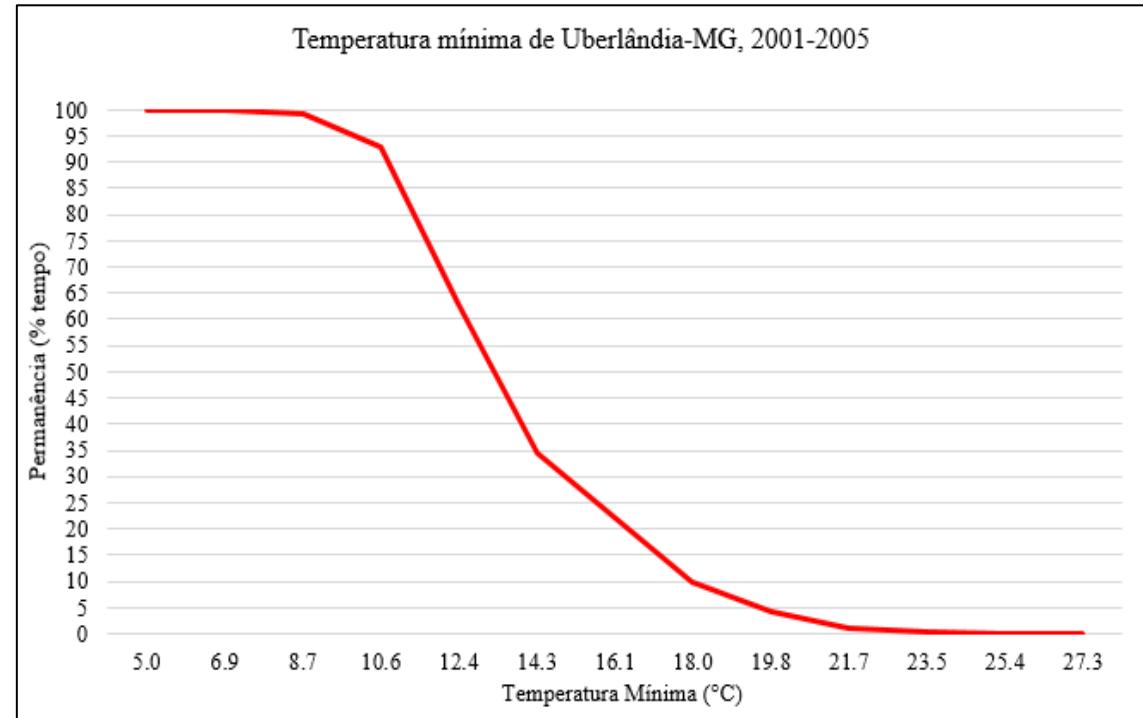
Fonte: Autor (2017)

Gráfico 50: Curva de Permanência para a Temperatura Mínima de Uberlândia-MG no 4º quinquênio, de 1996 a 2000



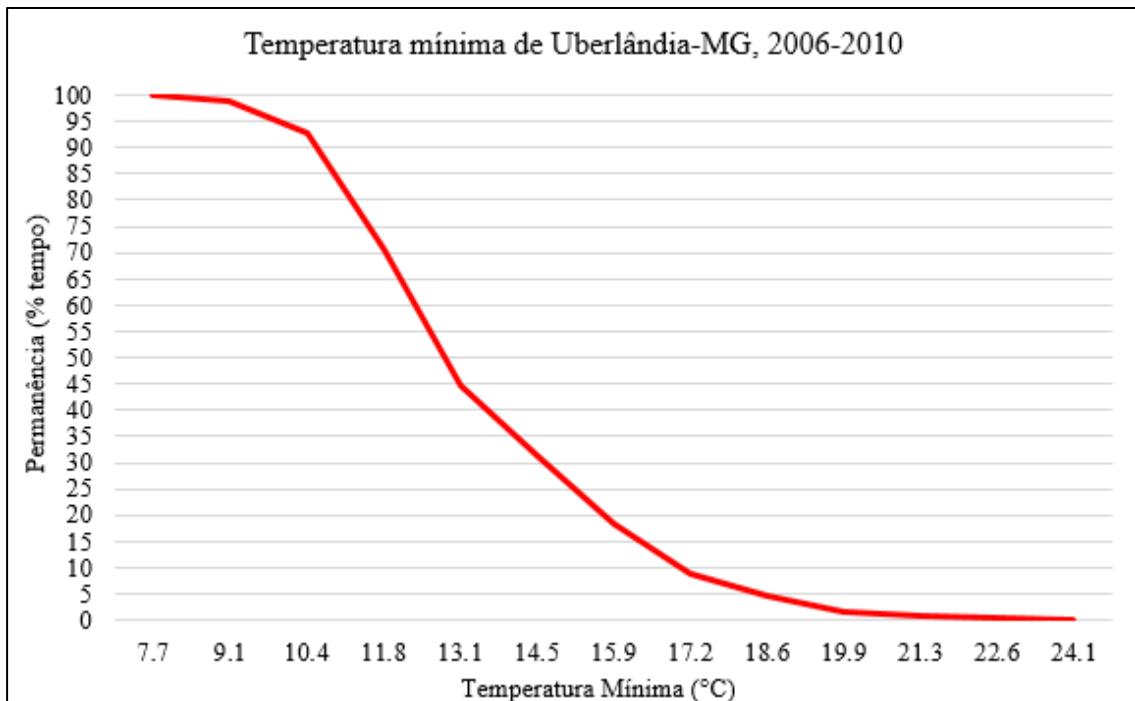
Fonte: Autor (2017)

Gráfico 51: Curva de Permanência para a Temperatura Mínima de Uberlândia-MG no 5º quinquênio, de 2001 a 2005



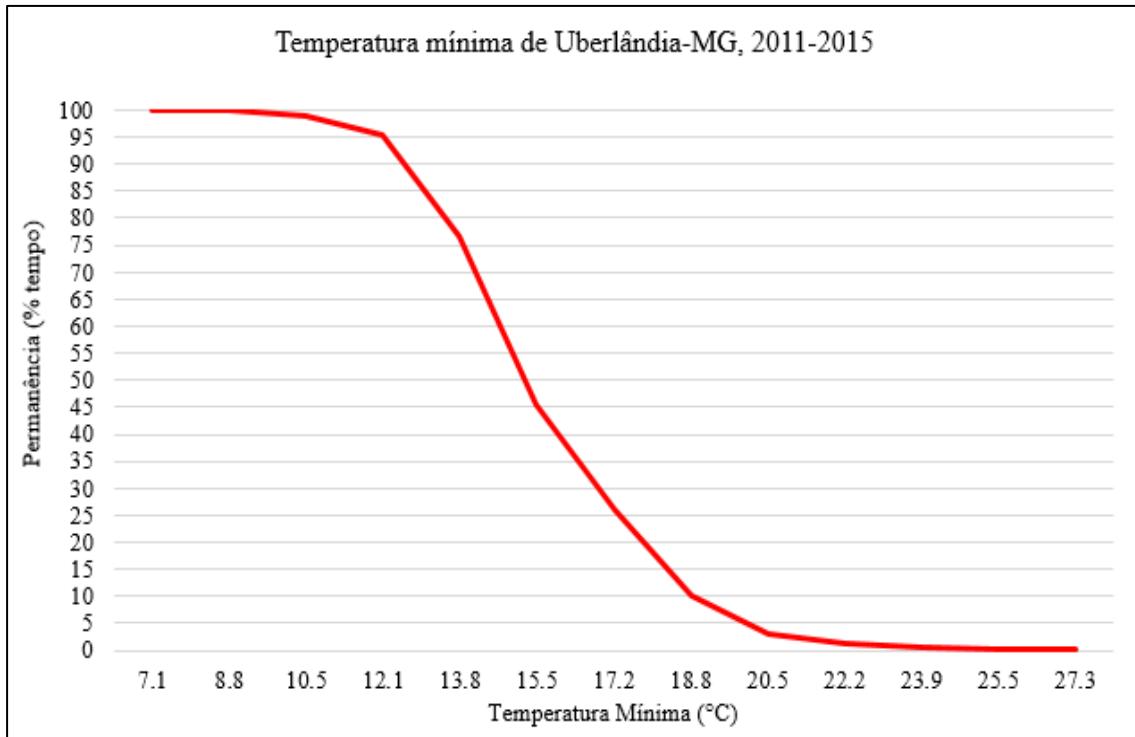
Fonte: Autor (2017)

Gráfico 52: Curva de Permanência para a Temperatura Mínima de Uberlândia-MG no 6º quinquênio, de 2006 a 2010



Fonte: Autor (2017)

Gráfico 53: Curva de Permanência para a Temperatura Mínima de Uberlândia-MG no 7º quinquênio, de 2010 a 2015



Fonte: Autor (2017)

Por meio de análise dos gráficos 48 a 53, é possível verificar o verificar uma elevação nos valores de temperatura mínima de Uberlândia-MG ao longo dos quinquênios. Essa relação pode ser verificada pelos intervalos de temperatura mínima (valores máximos e valores mínimos) apresentados no eixo das abscissas – por exemplo, no 1Q (1981-1985) a temperatura mínima registrada foi de 1 °C e, no 7Q (2011-2015) o menor valor de temperatura foi de 7,1 °C – e, pelos intervalos de ocorrências dos extremos de temperatura mínima, ver tabela 33.

Tabela 33: Comparações entre quinquênios dos intervalos e ocorrências dos extremos de Temperatura Mínima de Uberlândia-MG

<b>Quinquênio (Q)</b>	<b>Período</b>	<b>Temperatura Mínima</b>	
		<b>0,5% dados (extremos) Intervalo (°C)</b>	<b>Ocorrências</b>
<b>1</b>	1981-1985	1,0 - 4,5	5
<b>2</b>	1986-1990	-	-
<b>3</b>	1991-1995	1,2 - 4,1	3
<b>4</b>	1996-2000	3,6 - 6,2	5
<b>5</b>	2001-2005	5,0 - 7,4	3
<b>6</b>	2006-2010	7,7 - 9,5	8
<b>7</b>	2011-2015	7,1 - 11,5	7

Fonte: Autor (2017)

A tabela 33 revela que os intervalos de ocorrências dos extremos de temperatura mínima estão aumentando, com o passar dos quinquênios o limite inferior dos intervalos passou de 1 °C no 1Q para 7,1 °C no 7Q, aumento de 6,1°C e, o limite superior dos intervalos elevou 7°C, passando de 4,5 °C no 1Q, para 11,5 °C no 7Q, evidenciando uma elevada variação inter-quinquenal.

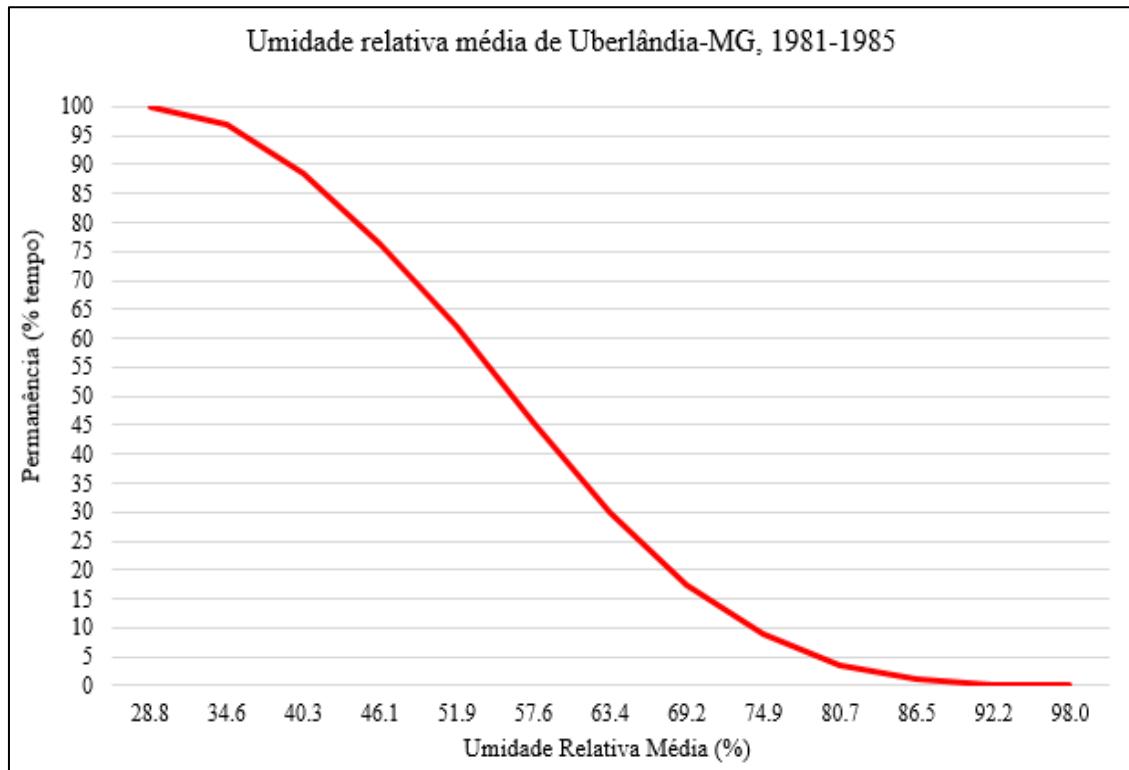
Das 31 ocorrências de temperaturas mínimas extremas, 16 delas se concentraram nos 5 primeiros quinquênios (de 1981 a 2005) em comparação com os dois últimos quinquênios (2006 a 2015) que concentraram 15 ocorrências. No 6Q foi onde se registrou a maior ocorrência de extremos mínimos, no total de 8 ocorrências, enquanto que, nos quinquênios 3 e 5 ocorreram apenas 3 extremos cada.

Se por um lado está ocorrendo uma elevação nos valores de temperatura máxima, concomitantemente, os dados revelam aumento dos valores de temperatura mínima, isso quer dizer que, ao longo dos anos, a temperatura de Uberlândia-MG esteve em constante aumento dos limites máximos e mínimos, além dos extremos de temperatura mínima se concentrarem nos últimos anos, podendo ser depreendido que, com o passar dos anos, são esperadas cada vez mais extremos de mínimos com valor de temperatura mais elevada.

#### *5.5.1.4. Umidade Relativa Média (máximos e mínimos)*

As curvas de permanência para a temperatura máxima de Uberlândia-MG, estão apresentadas nos gráficos 54 a 59.

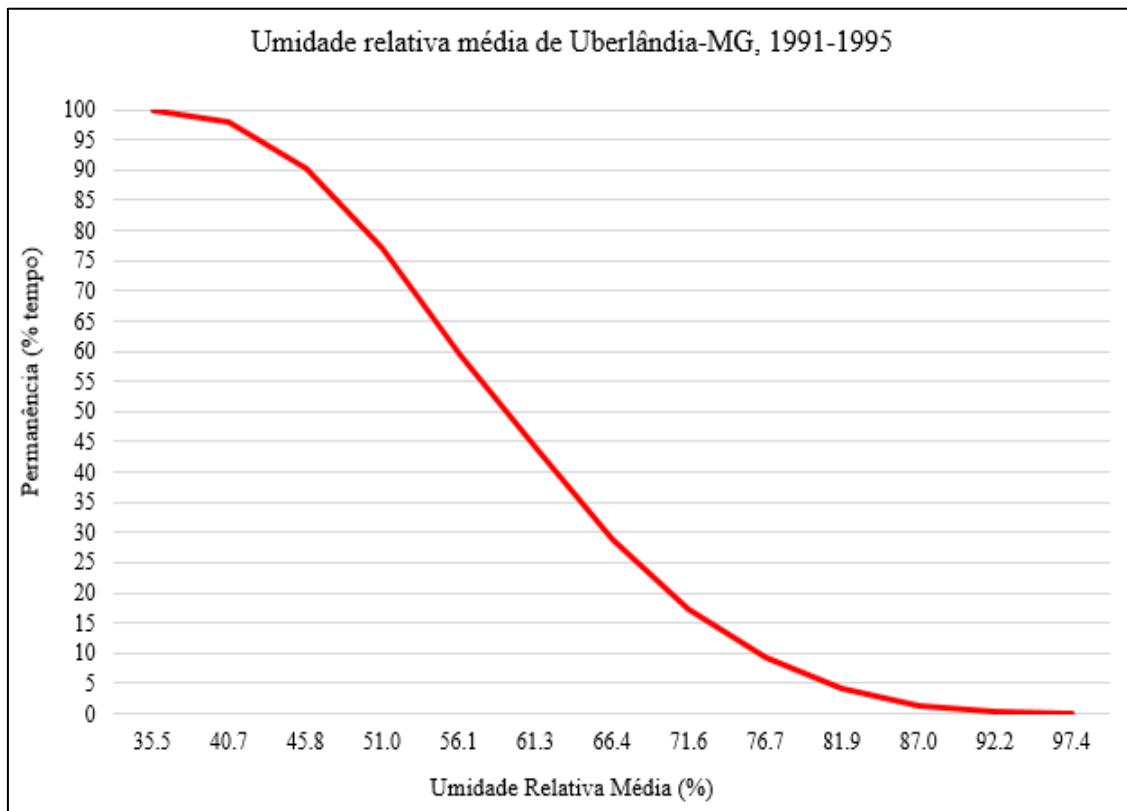
Gráfico 54: Curva de Permanência para a Umidade Relativa Média de Uberlândia-MG no 1º quinquênio, de 1981 a 1985



Fonte: Autor (2017)

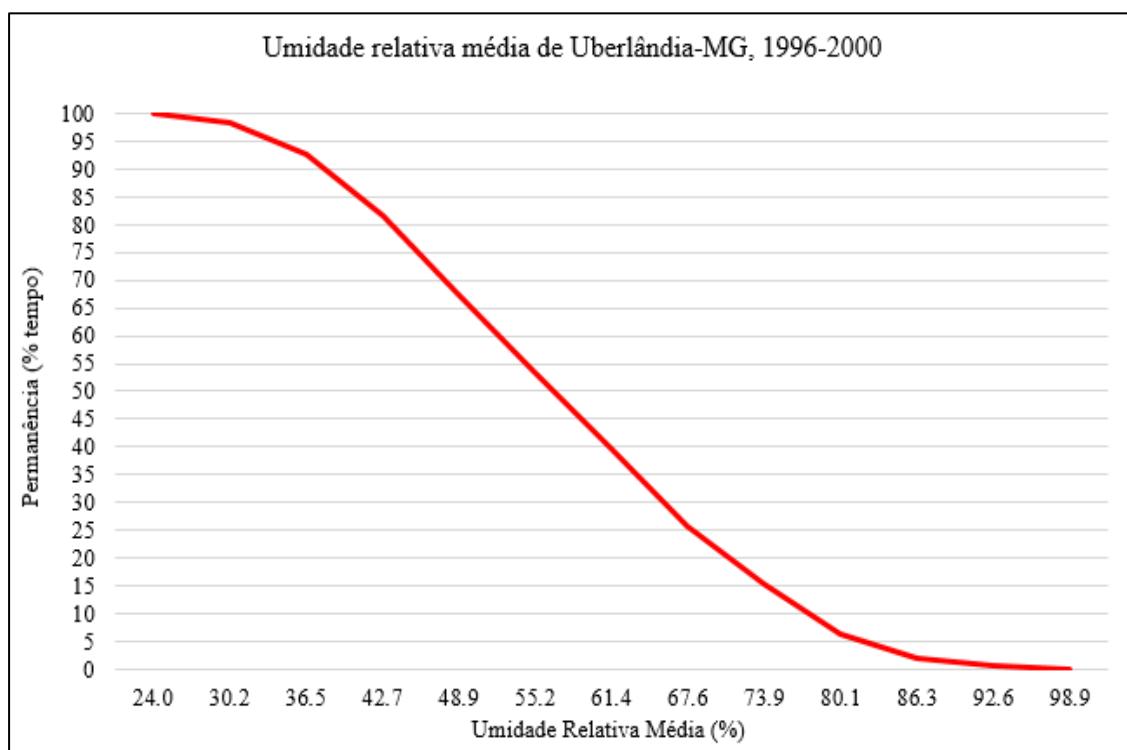
Entre os anos de 1986 a 1990, que corresponde ao 2º quinquênio não há registro de dados de umidade relativa média para Uberlândia-MG.

Gráfico 55: Curva de Permanência para a Umidade Relativa Média de Uberlândia-MG no 3º quinquênio, de 1991 a 1995



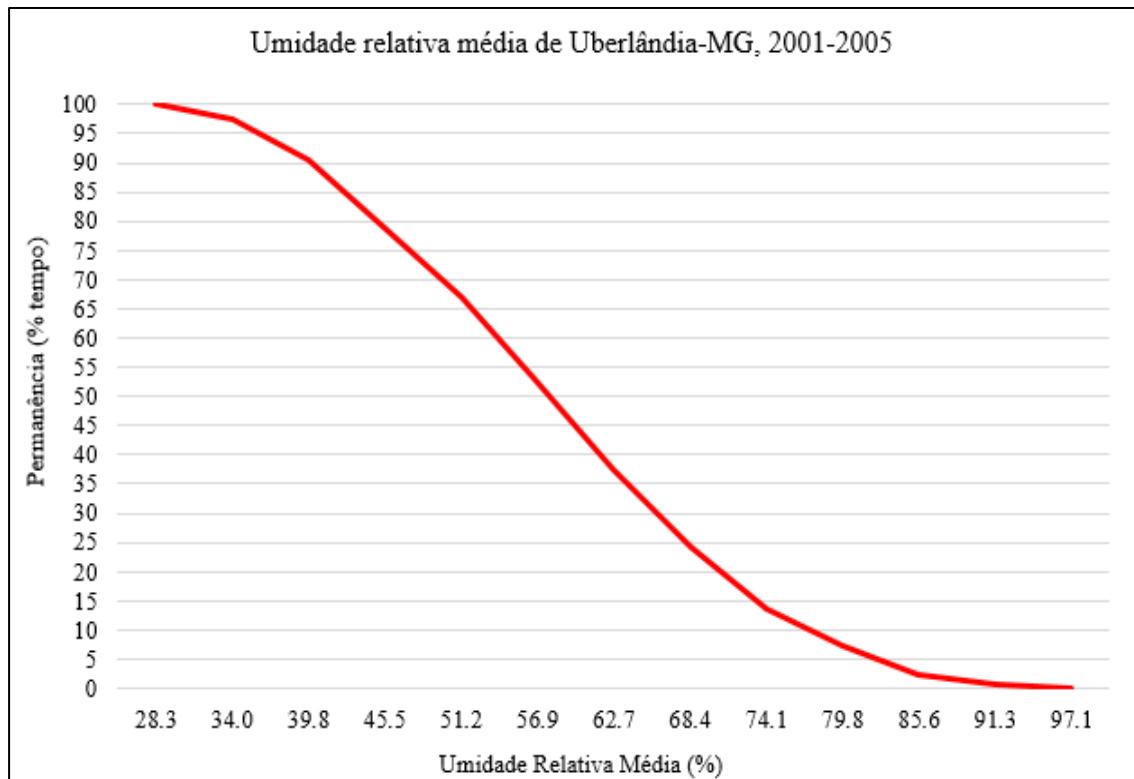
Fonte: Autor (2017)

Gráfico 56: Curva de Permanência para a Umidade Relativa Média de Uberlândia-MG no 4º quinquênio, de 1996 a 2000



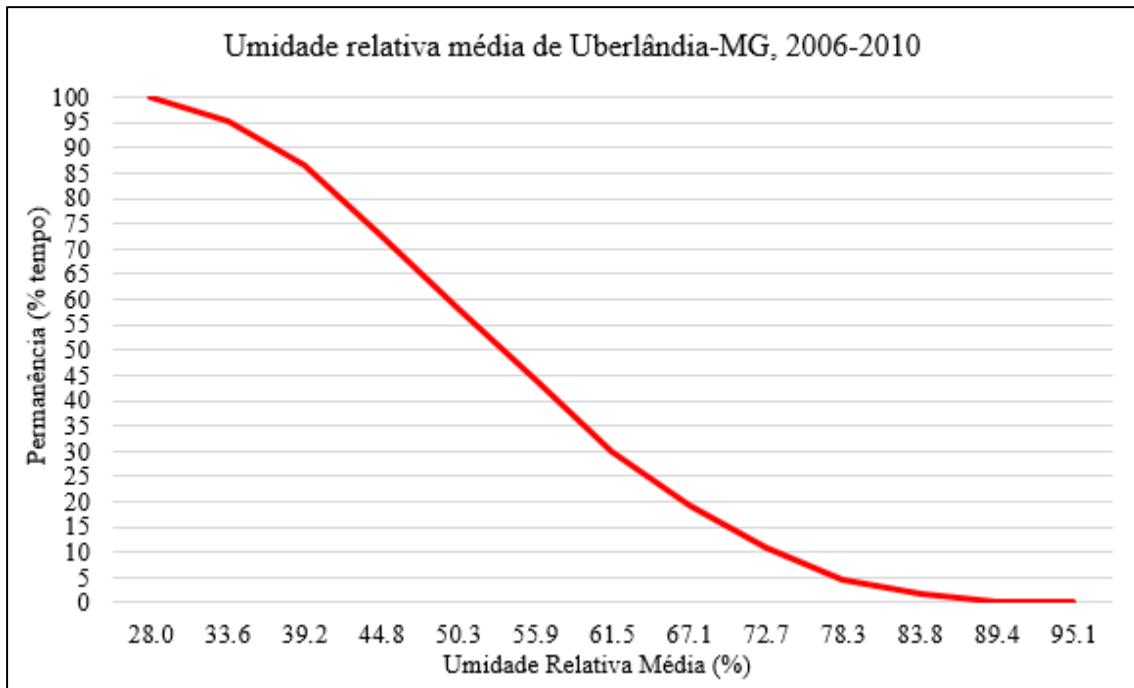
Fonte: Autor (2017)

Gráfico 57: Curva de Permanência para a Umidade Relativa Média de Uberlândia-MG no 5º quinquênio, de 2001 a 2005



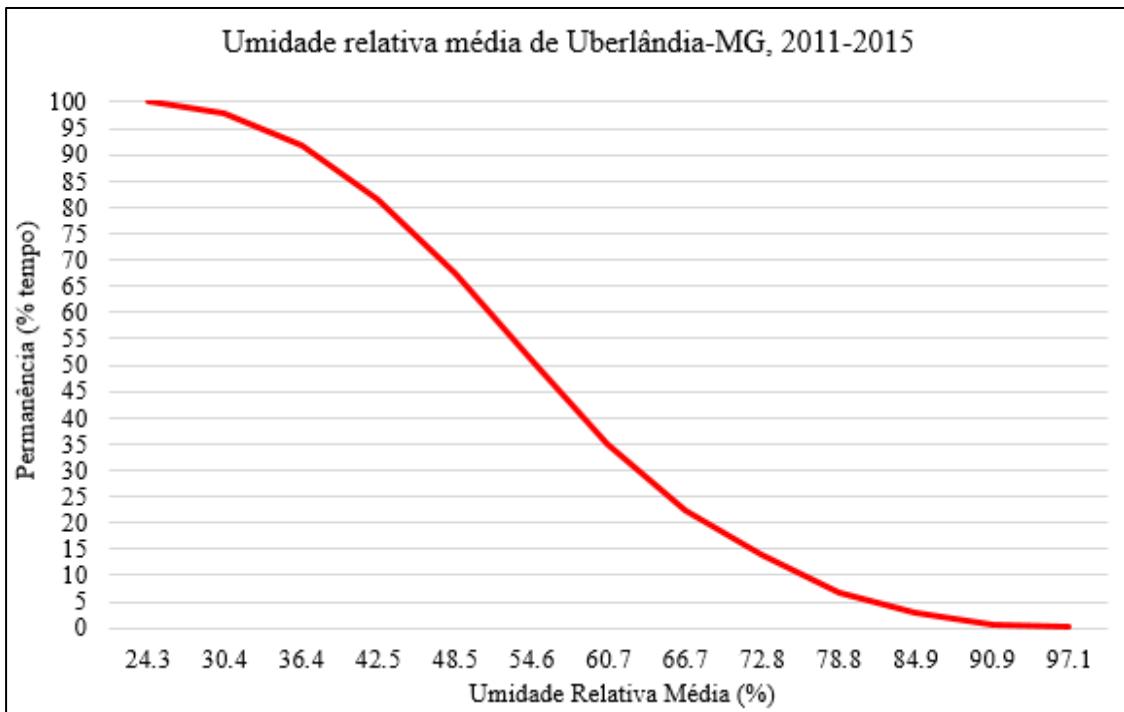
Fonte: Autor (2017)

Gráfico 58: Curva de Permanência para a Umidade Relativa Média de Uberlândia-MG no 6º quinquênio, de 2006 a 2010



Fonte: Autor (2017)

Gráfico 59: Curva de Permanência para a Umidade Relativa Média de Uberlândia-MG no 7º quinquênio, de 2011 a 2015



Fonte: Autor (2017)

A partir dos gráficos 54 a 59, curvas de permanência de Umidade Relativa Média de Uberlândia-MG apresentaram curvas mais suavizadas, indicando melhor distribuição dos valores ao longo da série histórica analisada. Analisando os valores máximos e mínimos de URM (Umidade Relativa Média) não apresentaram algum padrão de comportamento entre os quinquênios, sendo que, o menor valor de URM foi o menor no 4Q (1996-2000), com 24 %, em detrimento do menor valor registrado no 3Q, que foi o mais elevado, registrados mínimos de 35,5 %. Para os valores máximos, o recorde de UMR aconteceu no 4Q (1996-2000) quando registrado 98,9 % e, menor valor registrado no 6Q (2006-2010), com 95,1 %. A relação entre quinquênios, intervalos de ocorrência e as ocorrências de extremos máximos são apresentadas na tabela 34 e, na tabela 35, relação entre quinquênios, intervalos de ocorrência e as ocorrências de extremos mínimos.

Tabela 34: Comparações entre quinquênios dos intervalos e ocorrências dos extremos máximos de Umidade Relativa Média de Uberlândia-MG

<b>Umidade Relativa Média (máximos)</b>			
<b>Quinquênio (Q)</b>	<b>Período</b>	<b>0,5% dados (extremos)</b>	
		<b>Intervalo (%)</b>	<b>Ocorrências</b>
<b>1</b>	1981-1985	97,1 - 98,0	3
<b>2</b>	1986-1990	-	-
<b>3</b>	1991-1995	96,1 - 97,4	3
<b>4</b>	1996-2000	97,0 - 98,9	2
<b>5</b>	2001-2005	96,0 - 97,1	4
<b>6</b>	2006-2010	94,5 - 95,1	4
<b>7</b>	2011-2015	95,6 - 97,1	5

Fonte: Autor (2017))

De acordo com a tabela 34, os intervalos de ocorrências dos extremos máximos de URM não apresentaram padrão de comportamento. Destaque para o 4Q, que apresentou o menor limite inferior e o maior limite superior de intervalo entre os demais quinquênios, além de maior amplitude, com 74,9%. O 3Q foi o que apresentou menor amplitude de intervalo, com 61,9%, entretanto, foi o quinquênio que apresentou o maior valor de limite inferior de intervalo, com 35,5 %.

Com relação às ocorrências dos extremos máximos de URM, verifica-se uma sensível elevação nas quantidades de ocorrências nos últimos 3 quinquênios, em detrimento dos 3 primeiros quinquênios. Enquanto o 4Q, 6Q e 7Q apresentaram 4, 4 e 5 ocorrências de extremos mínimos, respectivamente, o 1Q, 3Q e 4Q registraram 3, 3, e 2 ocorrências de extremos mínimos, respectivamente. Com isso, nos 3 últimos quinquênios se concentraram 13 ocorrências, que corresponde a 62% do total de 21 ocorrências.

Tabela 35: Comparações entre quinquênios dos intervalos e ocorrências dos extremos mínimos de Umidade Relativa Média de Uberlândia-MG

<b>Umidade Relativa Média (mínimos)</b>			
<b>Quinquênio (Q)</b>	<b>Período</b>	<b>0,5% dados (extremos)</b>	
		<b>Intervalo (%)</b>	<b>Ocorrências</b>
<b>1</b>	1981-1985	28,8 - 34,0	3
<b>2</b>	1986-1990	-	-
<b>3</b>	1991-1995	35,5 - 41,6	8
<b>4</b>	1996-2000	24,0 - 29,6	7

<b>5</b>	2001-2005	28,3 - 31,9	<b>7</b>
<b>6</b>	2006-2010	28,0 - 31,2	<b>1</b>
<b>7</b>	2011-2015	24,3 - 28,1	<b>8</b>

Fonte: Autor (2017)

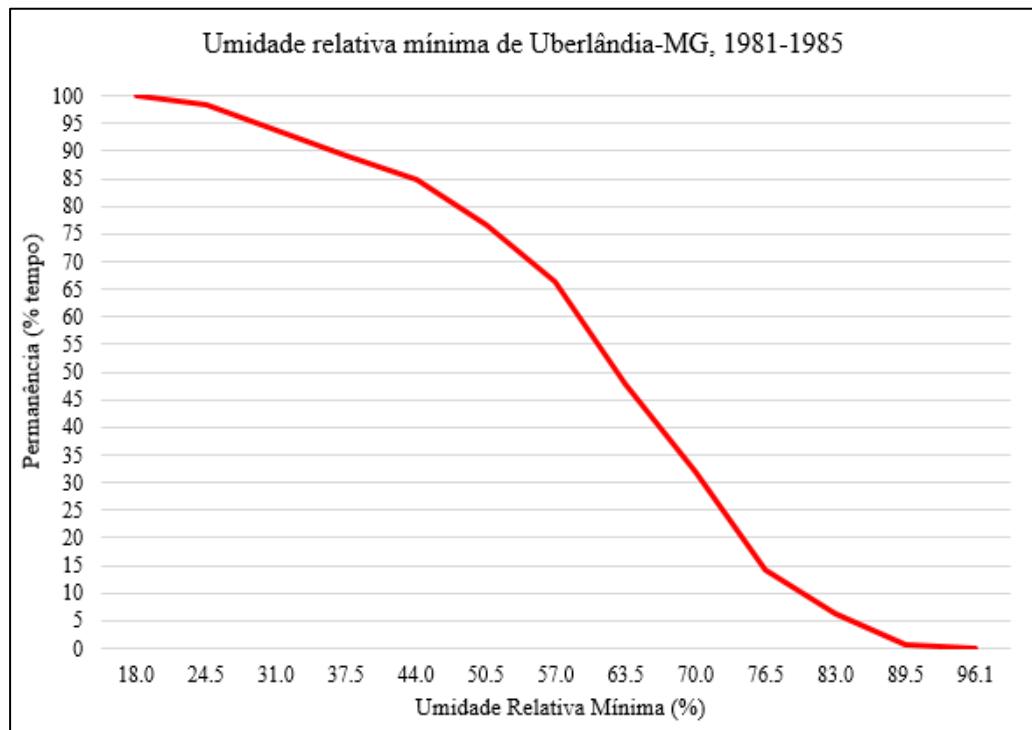
De acordo com a tabela 35, verifica-se que não há um padrão de comportamento dos intervalos de ocorrências de extremos mínimos de UMR de Uberlândia-MG ao inter-quinquênios. Contudo, o 3Q foi o que apresentou a maior amplitude de intervalo, com mínimo de 35,5 % e máximo de 41,6 %, estes, sendo os maiores valores dos limites inferiores e superiores dos intervalos de todos os quinquênios.

Concernente às ocorrências, há uma grande variação entre os quinquênios, o 3Q e o 7Q registraram 8 ocorrências de extremos mínimos de URM enquanto que o 6Q registrou apenas 1 ocorrência. A menor quantidade de ocorrência pode estar relacionada ao fato de que no 6Q foi verificado a menor amplitude entre os limites do intervalo, com 3,2% de amplitude. Por fim, não se pode admitir que há um padrão de comportamento de distribuição dos extremos mínimos de URM de Uberlândia-MG ao longo da série analisada.

#### *5.5.1.5. Umidade Relativa Mínima*

As curvas de permanência para a temperatura máxima de Uberlândia-MG, estão apresentadas nos gráficos 60 a 65.

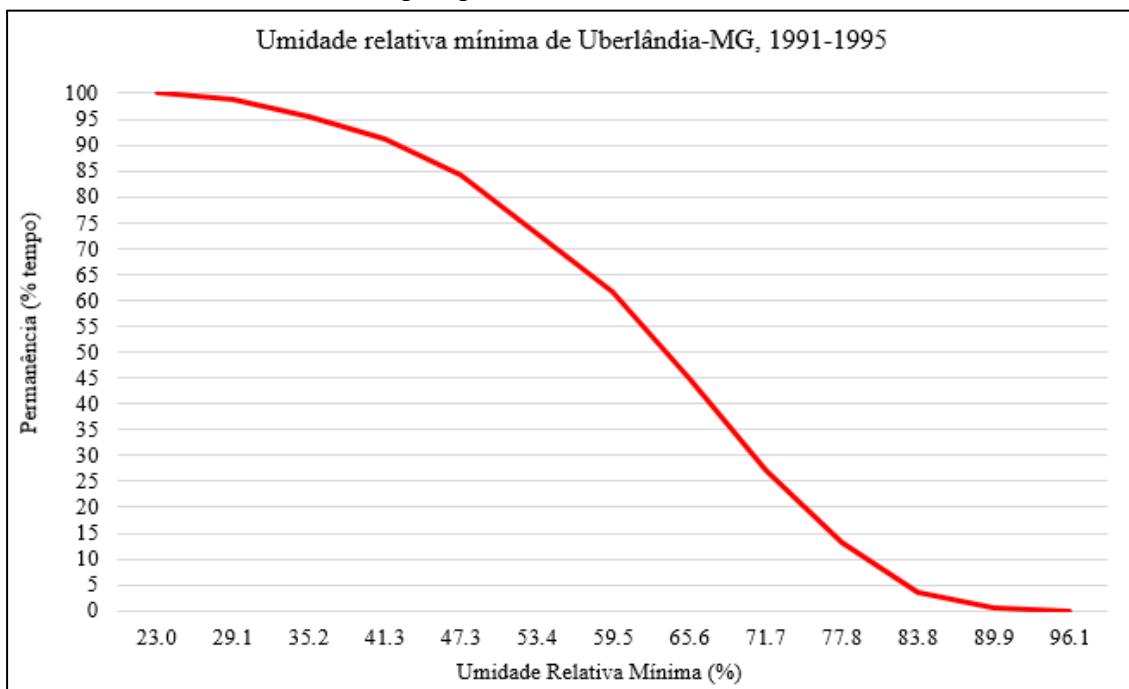
Gráfico 60: Curva de Permanência para a Umidade Relativa Mínima de Uberlândia-MG no 1º quinquênio, de 1981 a 1985



Fonte: Autor (2017)

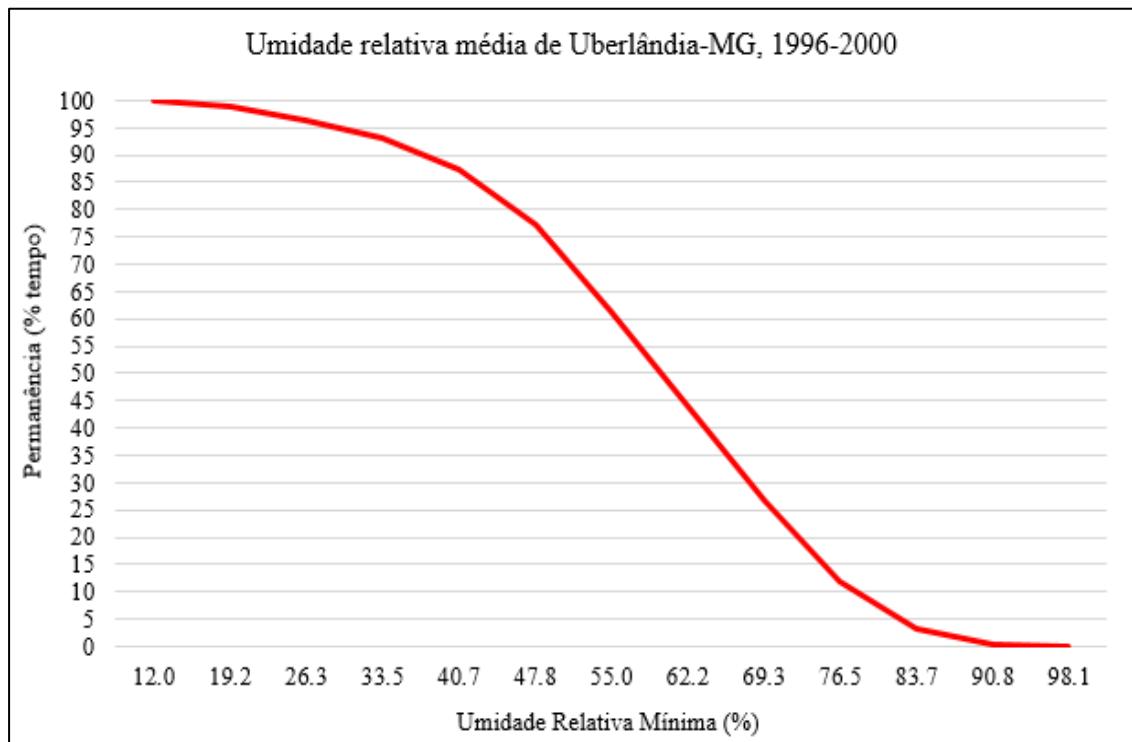
Entre os anos de 1986 a 1990, que corresponde ao 2º quinquênio não há registro de dados de umidade relativa mínima para Uberlândia-MG.

Gráfico 61: Curva de Permanência para a Umidade Relativa Mínima de Uberlândia-MG no 3º quinquênio, de 1991 a 1995



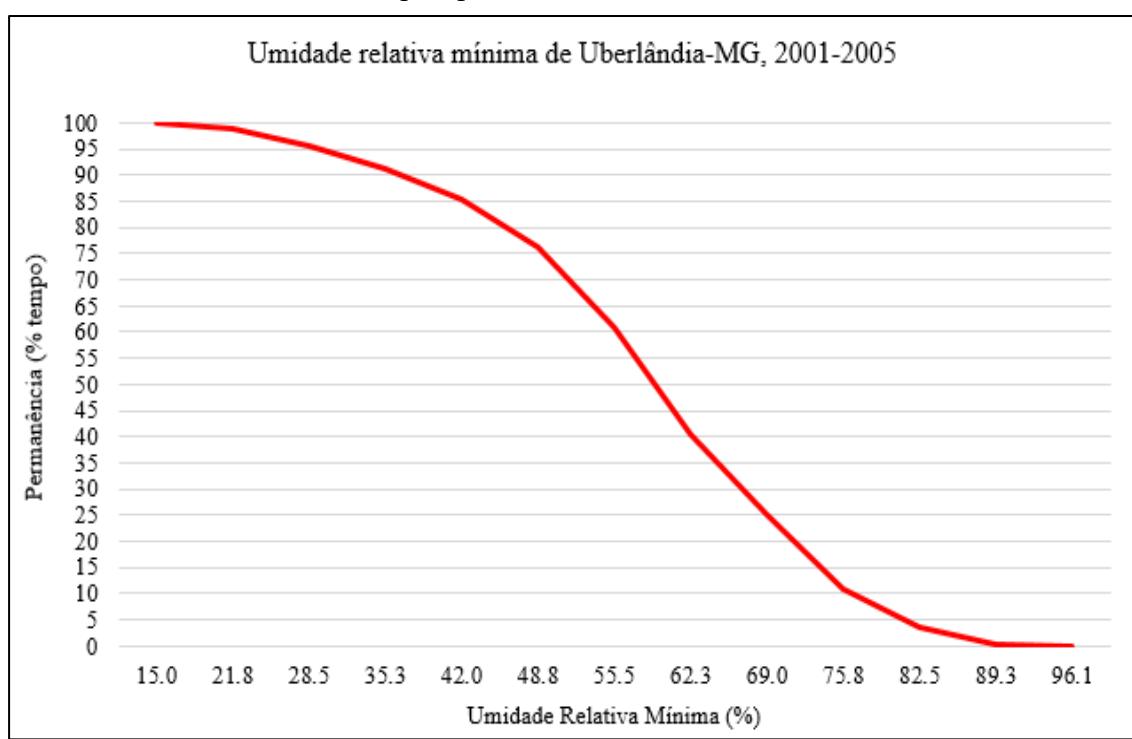
Fonte: Autor (2017)

Gráfico 62: Curva de Permanência para a Umidade Relativa Mínima de Uberlândia-MG no 4º quinquênio, de 1996 a 2000



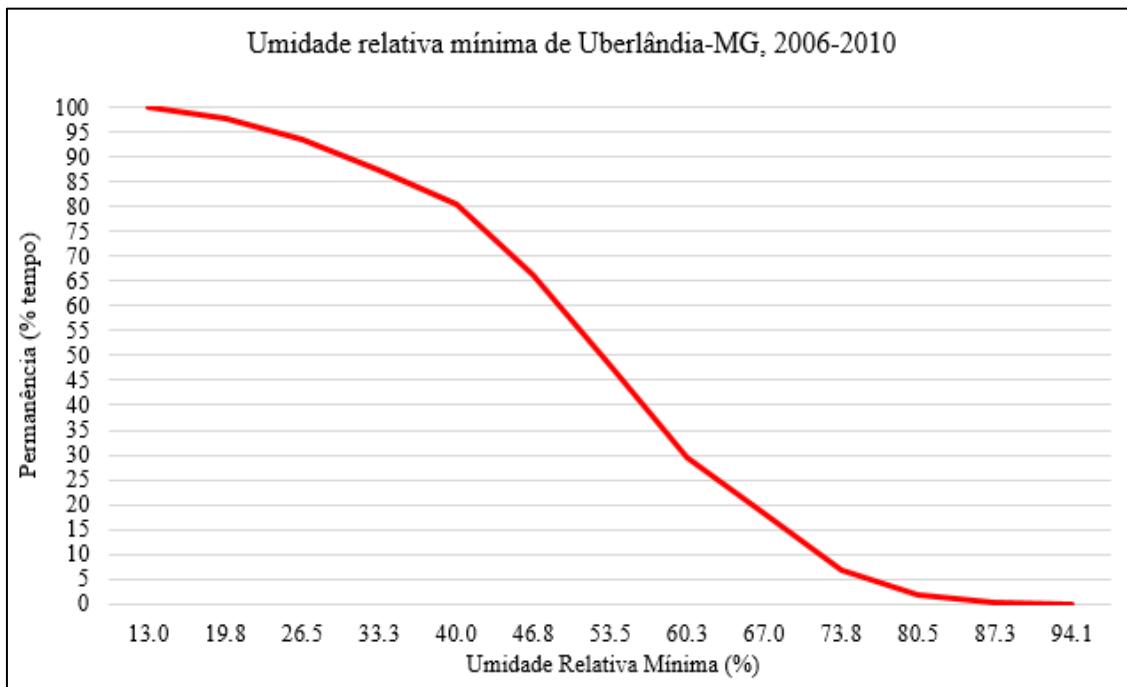
Fonte: Autor (2017)

Gráfico 63: Curva de Permanência para a Umidade Relativa Mínima de Uberlândia-MG no 5º quinquênio, de 2001 a 2005



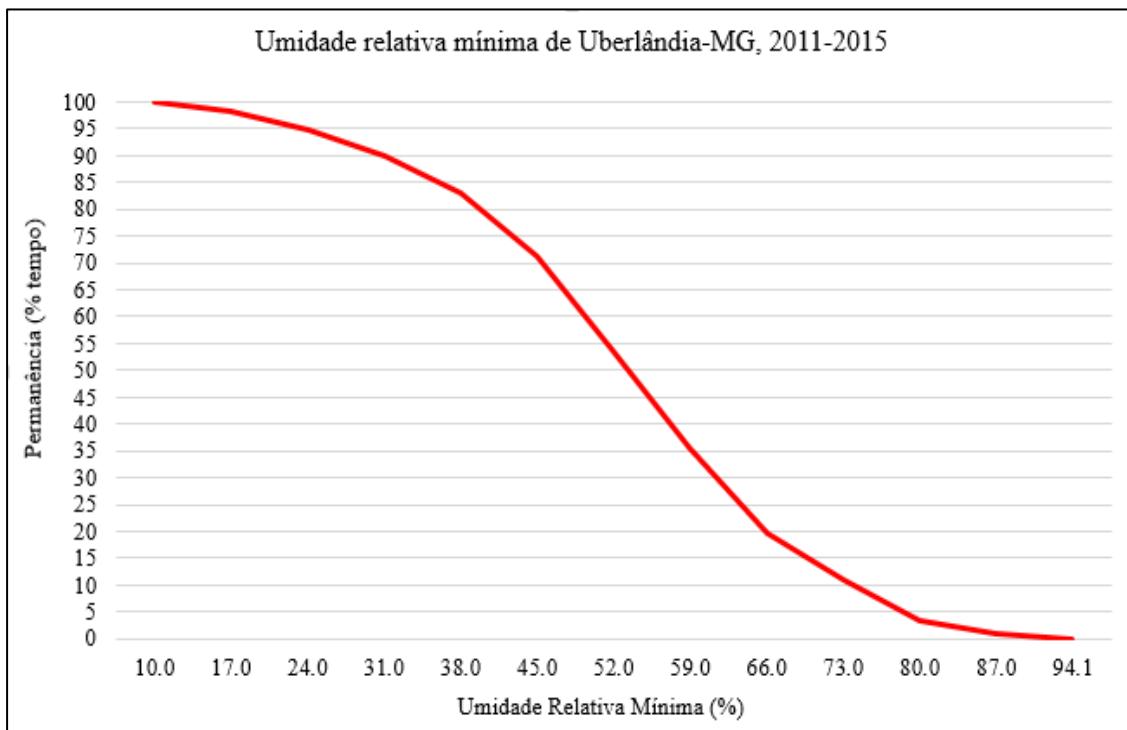
Fonte: Autor (2017)

Gráfico 64: Curva de Permanência para a Umidade Relativa Mínima de Uberlândia-MG no 6º quinquênio, de 2006 a 2010



Fonte: Autor (2017)

Gráfico 65: Curva de Permanência para a Umidade Relativa Mínima de Uberlândia-MG no 7º quinquênio, de 2011 a 2015



Fonte: Autor (2017)

Os gráficos 60 a 65 revelam que as curvas de permanência de Umidade Relativa Mínima apresentaram curvas suavizadas, com concentração de ocorrências nos valores médios. Ao longo dos quinquênios, os valores de mínimos de umidade relativa mínima estão apresentando redução dos valores, sendo que, no 3Q o mínimo era de 23%, chegando aos 10% de umidade relativa mínima no 7Q (2011-2015). A proporção de diminuição dos valores mínimos é muito maior do que a diminuição dos valores máximos, passando de 98,1 % no 4Q (1996-2000) para 94,1 % no 6Q e no 7Q, com amplitude de 4%. A relação entre quinquênios, intervalos de ocorrência e as ocorrências de extremos de umidade relativa mínima são apresentadas na tabela 36.

Tabela 36: Comparações entre quinquênios dos intervalos e ocorrências de extremos de Umidade Relativa Mínima de Uberlândia-MG

<b>Quinquênio (Q)</b>	<b>Período</b>	<b>Umidade Relativa Mínima</b>	
		<b>0,5% dados (extremos) Intervalo (%)</b>	<b>Ocorrências</b>
<b>1</b>	1981-1985	18,0 - 21,9	4
<b>2</b>	1986-1990	-	-
<b>3</b>	1991-1995	23,0 - 28,2	6
<b>4</b>	1996-2000	12,0 - 13,9	2
<b>5</b>	2001-2005	15,0 - 16,8	1
<b>6</b>	2006-2010	13,0 - 16,5	1
<b>7</b>	2011-2015	10,0 - 13,8	3

Fonte: Autor (2017)

De acordo com a tabela 36, nota-se elevada variação entre os intervalos de ocorrências dos valores extremos de umidade relativa mínima de Uberlândia-MG, com valores variando entre 10 a 28,2 % - 7Q e 3Q, respectivamente – apresentando amplitude de 18,2 %. Chama a atenção para o 3Q que apresentou o maior valor de limite superior de intervalo e, apresentou a maior amplitude entre os quinquênios, com 5,2 % entre os limites inferior e superior.

As ocorrências de extremos de umidade relativa mínima se concentram, basicamente, nos 2 primeiros quinquênios (1Q e 3Q), somando 10 ocorrências, em detrimento dos 4 últimos quinquênios (4Q, 5Q, 6 Q e 7Q), que totalizaram 7 ocorrências de extremos.

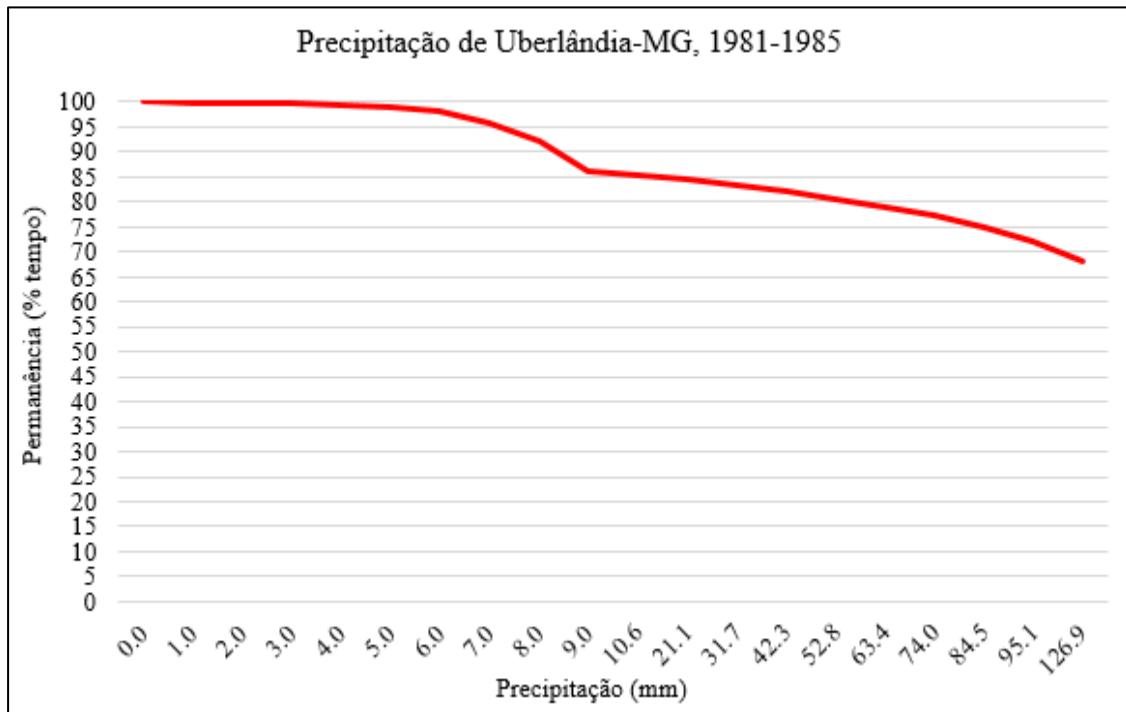
Associando os intervalos e as ocorrências dos extremos, verifica-se que, em função de possuir a maior amplitude, o 3Q (1991-1995) foi o que abrangeu a maior quantidade de valores extremos, no total de 6. Em contrapartida, o 5Q (2001-2005) foi o quinquênio com menor amplitude entre os limites inferior e superior, de apenas 1,8 %, com isso, há menos possibilidades de ocorrências de extremos nesse intervalo, com isso, registrou apenas 1 ocorrência de extremos.

As diferenças entre os limites inferiores e superiores dos intervalos são de 13% e 14%, respectivamente, com isso, verifica-se uma rápida diminuição dos valores extremos de umidade relativa mínima, fazendo com que cada vez se registrem umidade relativa mínima mais baixa, em Uberlândia-MG, além disso, houve uma diminuição de ocorrências dos extremos, a partir do 3Q, apresentando sensível elevação no número de ocorrências no 7Q.

#### *5.5.1.6. Precipitação*

As curvas de permanência para o acumulado de precipitação de 24 horas de Uberlândia-MG, estão apresentadas nos gráficos 66 a 71.

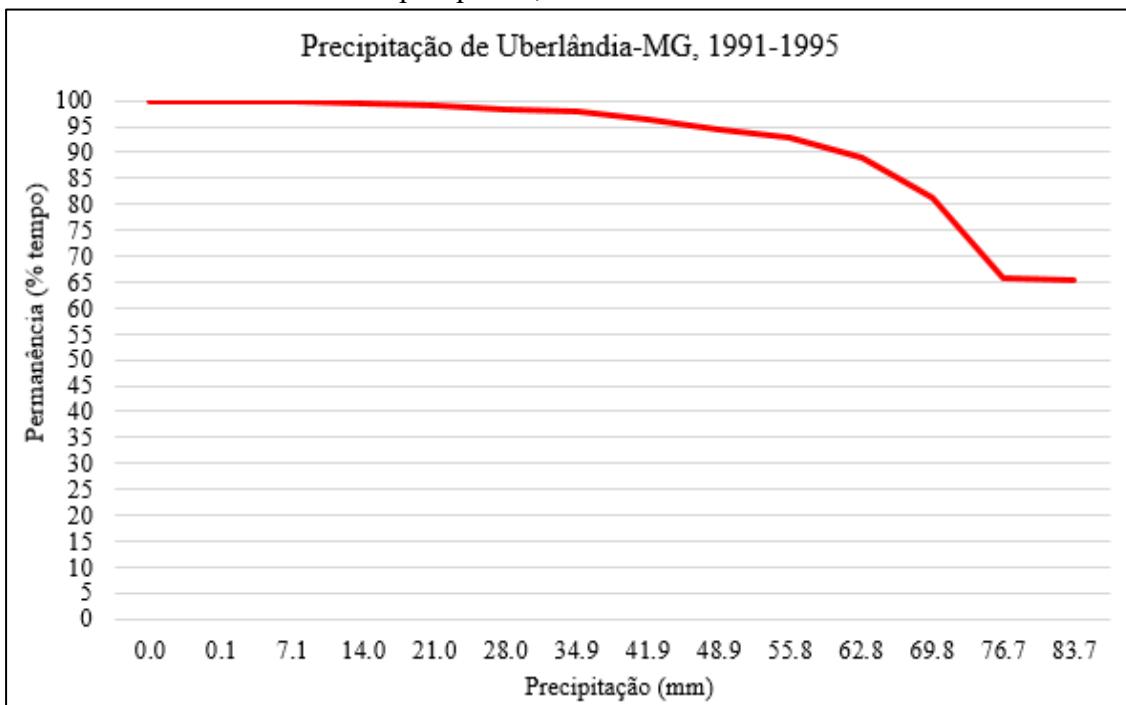
Gráfico 66: Curva de Permanência para a Precipitação de 24 horas de Uberlândia-MG no 1º quinquênio, de 1981 a 1985



Fonte: Autor (2017)

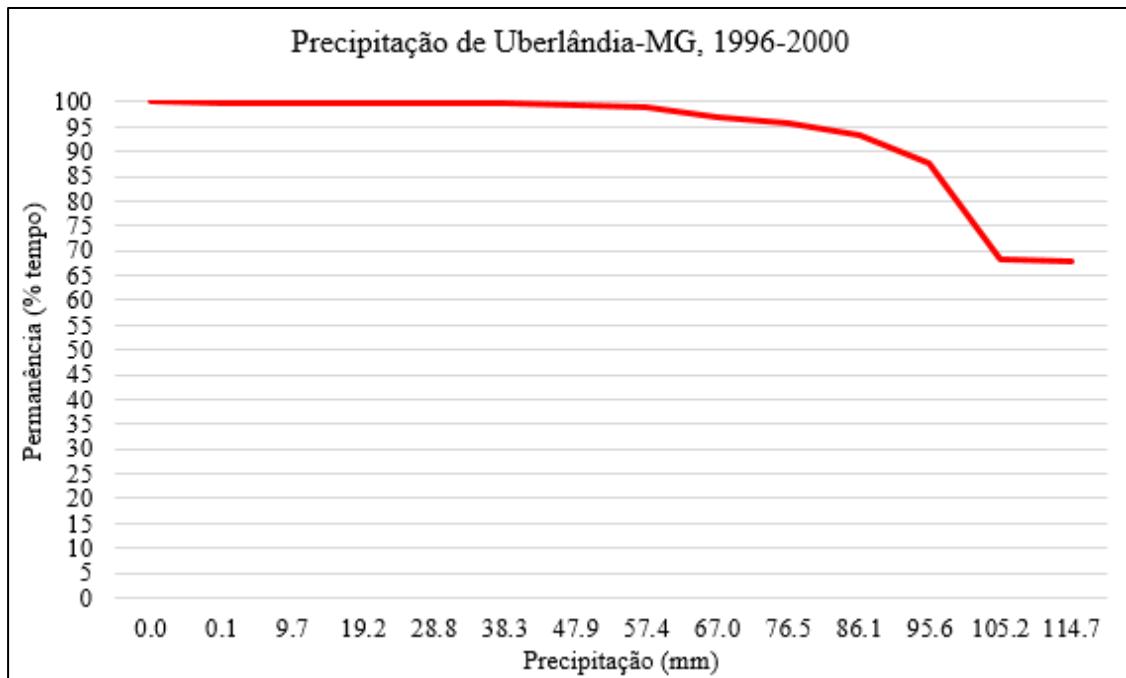
Entre os anos de 1986 a 1990, que corresponde ao 2º quinquênio não há registro de dados de precipitação para Uberlândia-MG.

Gráfico 67: Curva de Permanência para as Precipitação de 24 horas de Uberlândia-MG no 3º quinquênio, de 1991 a 1995



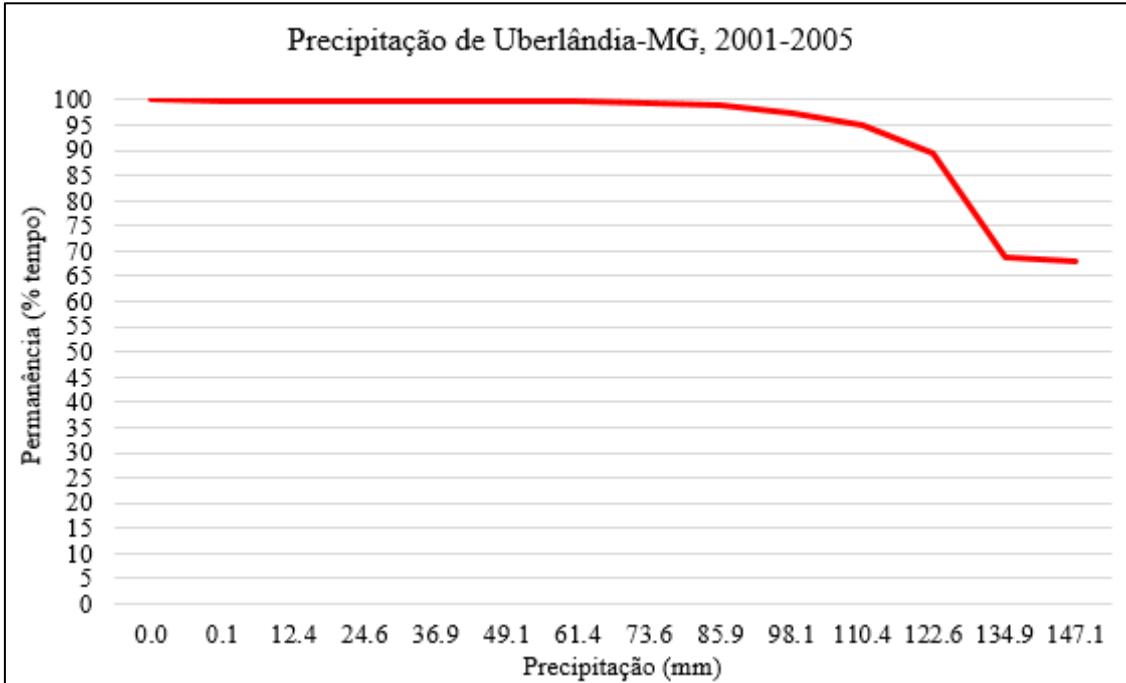
Fonte: Autor (2017)

Gráfico 68: Curva de Permanência para a Precipitação de 24 horas de Uberlândia-MG no 4º quinquênio, de 1996 a 2000



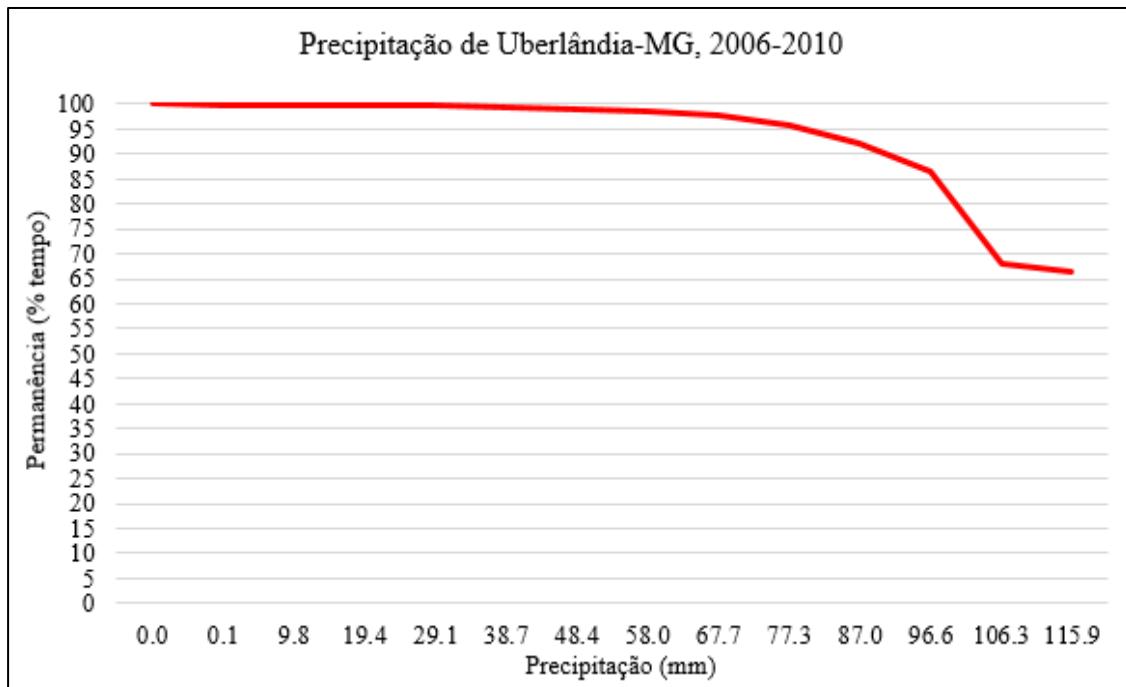
Fonte: Autor (2017)

Gráfico 69: Curva de Permanência para a Precipitação de 24 horas de Uberlândia-MG no 5º quinquênio, de 2001 a 2005



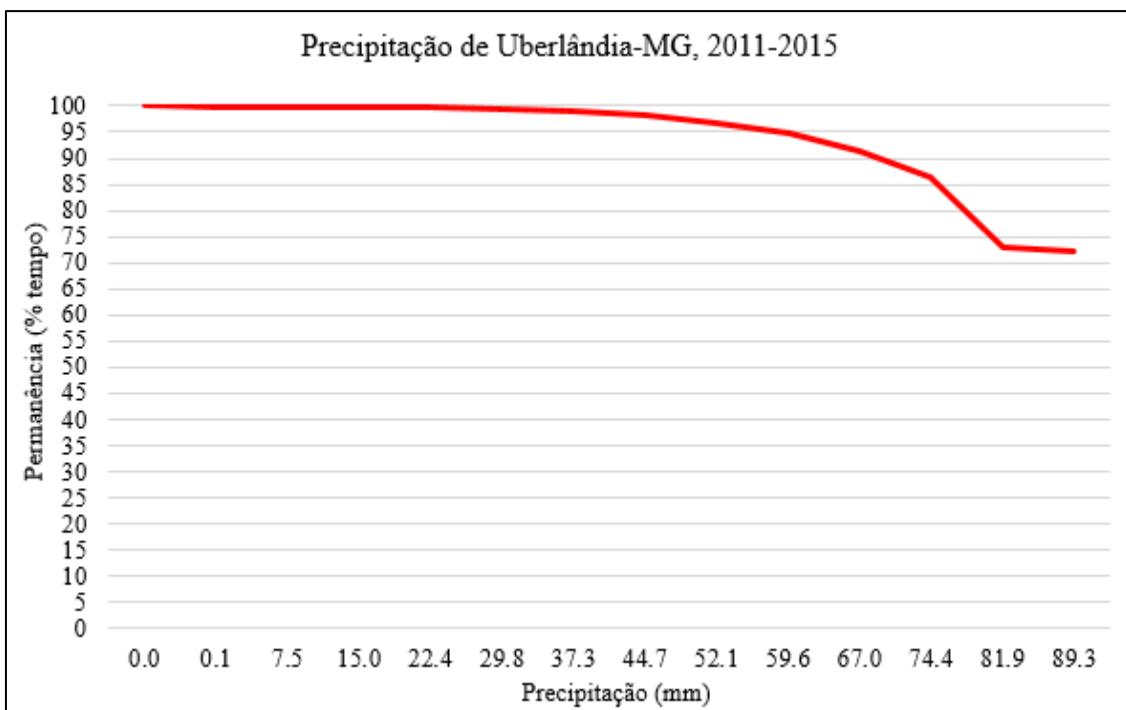
Fonte: Autor (2017)

Gráfico 70: Curva de Permanência para a Precipitação de 24 horas de Uberlândia-MG no 6º quinquênio, de 2006 a 2010



Fonte: Autor (2017)

Gráfico 71: Curva de Permanência para a Precipitação de 24 horas de Uberlândia-MG no 7º quinquênio, de 2011 a 2015



Fonte: Autor (2017)

Por meio dos gráficos 66 a 71, é possível verificar que curvas de permanência sobre os acumulados de precipitação em 24 horas de Uberlândia-MG, apresentaram elevada concentração dos valores de precipitação em 0 mm, que representam cerca de 65% do total dos dados de 1981 a 2015. Entre os quinquênios, há uma pequena variação entre a quantidade de dias sem registro de precipitação. Os valores máximos de precipitação apresentaram variação inter-quinquênios, sendo que, no 5Q a precipitação máxima foi de 147,1 mm e, no 3Q o máximo foi de 83,7 mm, marcando amplitude de 63,4 mm, entretanto, não foi verificado padrão de comportamento para os valores máximos de Precipitação. A relação entre quinquênios, intervalos de ocorrência e as ocorrências de extremos de precipitação são apresentadas na tabela 37.

Tabela 37: Comparações entre quinquênios dos intervalos e ocorrências de extremos em 24 horas de Precipitação de Uberlândia-MG

<b>Quinquênio (Q)</b>	<b>Período</b>	<b>Precipitação</b>	
		<b>0,5% dados (extremos) Intervalo (mm)</b>	<b>Ocorrências</b>
<b>1</b>	1981-1985	70,9 - 126,9	5
<b>2</b>	1986-1990	-	-
<b>3</b>	1991-1995	63,2 - 83,7	9
<b>4</b>	1996-2000	67,1 - 114,7	7
<b>5</b>	2001-2005	81,9 - 147,1	4
<b>6</b>	2006-2010	76,5 - 115,9	6
<b>7</b>	2011-2015	63,2 - 89,3	7

Fonte: Autor (2017)

Pela tabela 37, verifica-se uma elevada variação entre os intervalos de ocorrência dos extremos em 24 horas de precipitação de Uberlândia-MG, sendo que, variando entre 63,2 mm (3Q e 7Q) a 147,1 mm (4Q), com amplitude de 83,2 mm. Não foi percebido nenhum padrão de comportamento dos intervalos, entretanto, desde o 5Q (2001-2005) até o 7Q (2011-2015) nota-se que há uma tendência de redução dos valores, tanto dos limites inferiores quanto dos limites superiores. Em contrapartida, há um aumento das ocorrências passando de 4 ocorrências no 5Q para acontecer 7 ocorrências de extremos de precipitação no 7Q.

Concernente às ocorrências, não é verificado padrão de distribuição ao longo dos quinquênios. Destaque para o 3Q (1991-1995) que concentrou 9 ocorrências, do total de 38 ocorrências, sendo o quinquênio que mais percebeu ocorrências de extremos. Em contrapartida, o 5Q concentrou apenas 4 ocorrências de valores extremos.

Merece destaque as ocorrências de extremos no 5Q, que obteve a menor quantidade de ocorrências em detrimento de apresentar a maior amplitude entre os limites superior e inferior. O contrário é verificado no 3Q, que apresentou a menor amplitude entre os limites do intervalo, com 20,5 mm, mas foi o quinquênio que mais ocorreu valores extremos, no total de 9 ocorrências.

## 5.6. INTENSIDADE, DURAÇÃO E FREQUÊNCIA (IDF)

O conhecimento acerca das precipitações máximas é de suma importância em projetos envolvendo recursos hídricos, tais como: produção de energia, uso da água, produção agrícola e projetos de irrigação, dimensionamento de obras de engenharia, dentre outros, sendo que, eventos de chuvas intensas podem acarretar desastres quando não há um planejamento dessas obras que levem em consideração as alturas pluviométricas escoadas na forma de lâminas de água. Com isso, obras de contenção, como piscinões, vertedoutos ou barragens, bem como de canalização dos cursos d'água, bueiros, galerias de escoamento subsuperficial nos ambientes urbano necessitam dos conhecimentos sobre as alturas pluviométricos, intensidade das precipitações intensas e a frequência com que esses eventos ocorram. (MOHYMONT, DEMARÉE e FAKA, 2004; TUCCI, 2004; MORUZZI e OLIVEIRA, 2009; MACHADO e SILVA, 2011; OLIVEIRA et. al., 2011; SOUZA et. al., 2012; BACK, OLIVEIRA e HENN, 2012).

De acordo com Varejão-Silva (2006) as características principais de um evento chuvoso são: a quantidade, a duração, a intensidade e a frequência dessas chuvas. As chuvas intensas são caracterizadas pelo elevado volume pluviométrico precipitado em determinado espaço por uma curta duração (CAMPOS, et. al., 2014). As relações entre a intensidade, duração e frequência das chuvas podem ser obtidas por meio do cálculo do IDF e produção da equação de chuvas intensas.

O gráfico IDF expressa a máxima intensidade de precipitação registrada em diversos intervalos de tempo. Constitui importante ferramenta a ser utilizada como subsidio à resolução de situações que necessitem de dados de precipitação em intervalos curtos. De modo geral, representa de forma conjunta, várias curvas Intensidade-Duração para diversos períodos de retorno, resultando assim, em uma família de curvas denominadas Intensidade-Duração-Frequência, curvas IDF.

No âmbito da probabilidade de eventos extremos é importante que se disponha de uma série de dados longas o suficiente para atingir resultados com maior precisão (TUCCI, 2004). Para este trabalho serão utilizados dados máximos de 24 horas de uma série histórica de 35 anos, de 1981 a 2015.

Para avaliação do ajuste de dados de chuvas, as distribuições estatísticas de extremos utilizadas podem ser a do Tipo I ou de Gumbel, a distribuição Tipo III e a distribuição Log-Pearson III. De acordo com Nerilo (1999), a distribuição de Gumbel é a mais consagrada e é que mais se adequada para ajuste de dados de valores extremos.

A série histórica de dados de precipitação, utilizada na análise IDF, foi organizada em planilhas eletrônicas no Microsoft Excel e posterior processamento no software SPSS Statistics 24.0. De uma série histórica de trinta anos de dados, ocorreram falhas no mês de dezembro de 1984, setembro de 1985, totalidade dos anos de 1986 a 1990, meses de maio e setembro de 1991, setembro de 1993 e abril de 2007 e, elas representam 13,4 % do total dos dados.

Para melhor organização este capítulo foi estruturado da seguinte forma: a) Estimativa dos totais mensais e máxima anual de precipitação no período de 24 horas; b) ajuste de uma distribuição estatística às chuvas diárias; c) Obtenção da relação entre durações de eventos extremos de precipitação; d) Cálculo das intensidades para diferentes períodos de retorno e estabelecimento de relações entre a intensidade e a duração; e) Estimativa da IDF.

Apesar de não ser necessário para o desenvolvimento dos cálculos IDF, a título de informação e conferência, foram determinados os totais mensais e anuais de precipitação da série histórica analisada, tabela 38.

Tabela 38: Totais mensais e anual da precipitação de Uberlândia-MG, de 1981-2015

<b>ANO</b>	<b>1981</b>	<b>1982</b>	<b>1983</b>	<b>1984</b>	<b>1985</b>	<b>1991</b>	<b>1992</b>	<b>1993</b>	<b>1994</b>	<b>1995</b>
<b>JAN</b>	256.2	647.4	400.4	198.9	572.8	383.5	398.8	180.9	384.7	288.2
<b>FEV</b>	99.1	124.3	225.8	81.0	111.3	255.0	344.3	285.0	142.6	422.2
<b>MAR</b>	169.2	328.6	225.9	233.1	309.6	468.4	106.0	137.8	284.8	203.7
<b>ABR</b>	41.1	73.5	89.1	92.6	130.0	166.1	119.5	107.2	13.0	56.1
<b>MAI</b>	17.0	68.2	38.7	43.6	20.2	-	46.2	23.0	35.9	121.6
<b>JUN</b>	59.9	40.0	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0	34.4	9.4	3.4
<b>JUL</b>	0.0	19.0	50.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.4	1.6
<b>AGO</b>	0.1	42.6	1.2	32.4	0.0	0.0	4.8	18.8	0.0	0.0
<b>SET</b>	0.9	23.7	119.9	36.0	-	-	80.3	-	7.4	4.2
<b>OUT</b>	155.7	188.1	240.8	76.4	21.0	61.5	148.5	199.8	47.9	73.3
<b>NOV</b>	273.0	0.0	234.2	189.1	140.8	99.8	165.4	98.6	177.3	117.3
<b>DEZ</b>	431.6	402.3	322.6	-	263.4	258.7	317.6	433.5	351.9	308.2
<b>ANUAL</b>	1503.8	1957.7	1952.0	983.1	1569.1	1693.0	1731.4	1519.0	1464.3	1599.8
<b>ANO</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>
<b>JAN</b>	280.4	268.9	120.8	287.2	339.4	256.6	325.9	556.1	295.3	434.2
<b>FEV</b>	136.8	111.6	160.0	185.1	288.0	100.8	303.5	97.0	265.9	62.0
<b>MAR</b>	129.7	327.8	88.3	155.4	532.6	182.0	105.9	310.2	165.6	235.6
<b>ABR</b>	32.8	85.6	68.5	57.4	72.8	14.1	53.0	97.8	161.6	22.1
<b>MAI</b>	56.1	23.4	58.8	9.2	0.0	67.8	19.4	62.1	9.8	47.1
<b>JUN</b>	8.4	105.8	33.3	8.8	0.0	1.3	0.0	0.0	14.1	44.1
<b>JUL</b>	6.8	0.0	0.0	0.0	14.0	0.0	1.3	1.2	23.9	0.0
<b>AGO</b>	6.9	0.0	63.7	0.0	7.6	27.5	0.1	2.7	0.0	16.9
<b>SET</b>	86.7	28.2	4.2	69.7	174.7	73.3	57.5	45.2	2.9	33.7
<b>OUT</b>	48.4	89.5	165.0	45.8	16.7	75.5	45.1	67.1	136.5	55.2
<b>NOV</b>	257.6	304.7	145.7	258.8	183.7	111.3	190.1	234.2	138.7	244.6
<b>DEZ</b>	236.8	268.8	295.1	226.5	329.8	279.5	347.3	180.6	338.8	214.2
<b>ANUAL</b>	1287.4	1614.3	1203.3	1303.9	1959.3	1189.7	1449.1	1654.2	1553.1	1409.7
<b>ANO</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>
<b>JAN</b>	209.3	415.2	252.5	260.0	169.7	247.7	318.5	292.3	77.9	142.9
<b>FEV</b>	189.5	229.4	264.8	202.4	149.7	167.0	182.3	0.2	61.4	183.3
<b>MAR</b>	241.1	54.6	237.4	103.1	91.4	300.8	198.3	193.7	41.6	245.7
<b>ABR</b>	94.2	-	262.2	70.2	89.5	160.4	125.8	108.8	29.8	120.3
<b>MAI</b>	6.4	11.7	28.6	58.8	10.4	4.8	53.0	147.1	3.8	37.2
<b>JUN</b>	1.5	25.7	9.0	17.8	12.1	16.6	42.9	0.0	20.0	20.0
<b>JUL</b>	0.0	37.5	0.0	8.5	1.6	0.0	15.0	0.3	118.0	4.0
<b>AGO</b>	15.5	0.0	0.5	19.8	0.0	0.0	0.0	11.3	0.5	0.0
<b>SET</b>	104.1	25.2	17.5	101.3	47.8	0.1	27.2	44.7	23.0	44.3
<b>OUT</b>	266.0	112.4	148.2	87.5	140.2	134.6	87.2	147.1	1.3	82.7
<b>NOV</b>	253.3	244.6	59.9	169.6	267.9	124.1	246.0	98.7	302.9	260.3
<b>DEZ</b>	434.0	341.6	362.5	346.6	280.2	251.6	175.8	242.5	228.1	136.5
<b>ANUAL</b>	1814.9	1497.9	1643.1	1445.6	1260.5	1407.7	1472.0	1286.7	908.2	1277.2

Fonte: Autor (2017)

Na tabela 38, é possível verificar que os maiores totais pluviométricos ocorreram nos anos de 2000 (1959,3 mm), 1982 (1957,7 mm) e 1983 (1952,0 mm), todos com registro de precipitação anual maior que 1900,0 mm. O ano de 2014 se destacou por apresentar o menor registro, com 908,2 mm, o que representa um valor muito abaixo da média dos totais anuais, que é de 1463,2 mm.

No software IBM-SPSS Statistics 24.0 foram determinadas as maiores alturas pluviométricas no período de 24 horas, o que é diferente de chuva diária (1 dia) porque o volume pluviométrico verificado no período de 1 dia pode ser resultado de duas ou mais chuvas ocorridas nesse período e, chuva no período de 24 horas leva em consideração o total pluviométrico desse período, independente se são produzidos por 1 ou mais episódio de chuva. O resumo dos maiores valores de precipitação no período de 24 horas mensais e a máxima anual então presentes na tabela 39.

Tabela 39: Maiores eventos chuvosos mensais e respectiva máxima de 24 h de cada ano.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÁXIMA ANUAL
<b>1981</b>	49.5	24.2	37.0	28.2	15.1	51.4	0.0	0.1	0.6	39.8	63.6	79.4	<b>79.4</b>
<b>1982</b>	94.4	52.7	50.2	29.5	40.6	40.0	19.0	30.0	17.6	46.6	0.0	70.6	<b>94.4</b>
<b>1983</b>	126.8	44.6	69.3	21.0	14.2	2.8	43.3	1.2	24.0	62.4	52.4	40.6	<b>126.8</b>
<b>1984</b>	77.2	17.0	54.8	25.6	19.4	0.0	0.0	18.6	12.0	20.2	47.8	-	<b>77.2</b>
<b>1985</b>	74.4	35.8	44.0	54.6	18.9	0.0	0.0	0.0	-	16.0	28.0	41.4	<b>74.4</b>
<b>1991</b>	60.4	37.6	64.8	69.0	-	0.0	0.0	0.0	-	21.6	20.0	52.6	<b>69.0</b>
<b>1992</b>	54.0	83.6	33.3	32.0	12.8	0.0	0.0	4.8	19.6	39.0	48.0	43.7	<b>83.6</b>
<b>1993</b>	35.4	66.4	29.8	35.4	23.0	17.2	0.0	15.0	-	56.4	38.4	63.4	<b>66.4</b>
<b>1994</b>	66.8	24.8	76.4	4.0	16.8	4.0	9.4	0.0	7.4	12.8	56.2	76.2	<b>76.4</b>
<b>1995</b>	56.6	69.0	53.4	21.6	60.8	2.6	1.6	0.0	4.2	21.9	37.0	57.4	<b>69.0</b>
<b>1996</b>	38.0	25.8	20.0	17.8	32.5	8.4	6.8	6.8	45.8	19.5	45.6	48.0	<b>48.0</b>
<b>1997</b>	46.0	46.8	73.0	34.7	9.2	52.5	0.0	0.0	7.8	54.7	54.5	100.7	<b>100.7</b>
<b>1998</b>	46.5	31.5	18.0	27.3	40.0	33.3	0.0	36.5	1.6	68.1	29.0	47.0	<b>68.1</b>
<b>1999</b>	55.0	44.0	41.8	35.2	9.2	8.8	0.0	0.0	19.6	26.2	114.6	51.8	<b>114.6</b>
<b>2000</b>	84.7	40.6	90.8	47.2	0.0	0.0	8.4	5.8	45.6	10.8	56.9	98.2	<b>98.2</b>
<b>2001</b>	59.7	40.2	52.0	12.0	18.4	1.3	0.0	11.6	22.8	44.0	25.8	63.2	<b>63.2</b>
<b>2002</b>	147.0	79.8	19.4	28.5	16.5	0.0	1.3	0.1	16.8	17.0	51.8	83.7	<b>147.0</b>
<b>2003</b>	73.6	22.0	60.5	31.2	24.2	0.0	1.2	1.9	22.6	45.4	92.6	65.7	<b>92.6</b>
<b>2004</b>	77.7	46.0	69.7	36.2	5.0	14.0	19.0	0.0	2.0	66.6	42.2	99.4	<b>99.4</b>
<b>2005</b>	54.8	33.2	51.4	7.3	33.4	19.0	0.0	14.0	20.3	25.0	27.4	32.7	<b>54.8</b>
<b>2006</b>	59.6	37.4	51.0	27.8	3.8	1.5	0.0	7.9	77.6	82.4	62.5	83.9	<b>83.9</b>
<b>2007</b>	83.7	70.2	20.2	-	10.6	23.2	17.4	0.0	17.8	43.0	65.2	115.8	<b>115.8</b>
<b>2008</b>	48.9	33.0	45.5	59.5	23.9	7.1	0.0	0.5	11.9	38.0	10.3	81.0	<b>81.0</b>
<b>2009</b>	51.3	42.8	31.9	24.5	46.5	9.3	8.5	9.1	27.2	21.6	74.0	50.4	<b>74.0</b>

<b>2010</b>	42.2	37.1	31.4	65.4	7.5	5.3	1.6	0.0	24.4	34.4	71.8	54.0	<b>71.8</b>
<b>2011</b>	51.0	37.5	51.6	56.8	1.8	16.6	0.0	0.0	0.1	33.4	27.8	52.2	<b>56.8</b>
<b>2012</b>	57.6	50.6	37.0	44.4	13.0	11.6	14.8	0.0	12.2	38.3	38.9	89.2	<b>89.2</b>
<b>2013</b>	45.4	0.2	35.0	35.0	82.0	0.0	0.3	7.2	29.4	82.0	23.5	37.6	<b>82.0</b>
<b>2014</b>	22.3	25.0	21.4	14.3	3.8	20.0	56.0	0.5	11.5	1.3	72.3	52.5	<b>72.3</b>
<b>2015</b>	64.0	50.3	43.3	27.5	27.4	13.8	4.0	0.0	33.3	33.7	54.5	41.5	<b>64.0</b>
<b>MÁXIMA MENSAL</b>	<b>147.0</b>	<b>83.6</b>	<b>90.8</b>	<b>69.0</b>	<b>82.0</b>	<b>52.5</b>	<b>56.0</b>	<b>36.5</b>	<b>77.6</b>	<b>82.4</b>	<b>114.6</b>	<b>115.8</b>	<b>147.0</b>

Fonte: Autor (2017)

Analisando a tabela 39, nota-se uma considerável variação interanual entre as máximas de precipitação para a cidade de Uberlândia-MG. As máximas de 24 h variaram entre 48,0 e 147,0 mm. As maiores concentrações foram de 147,0 e 126,8 mm, ocorridas respectivamente nos meses de janeiro de 2002 e 1983; 115,8 mm em dezembro de 2007; 114,6 mm em novembro de 1999 e, 100,7 mm, ocorrida no mês de dezembro de 1997. O trimestre novembro, dezembro, janeiro é o que concentra o maior número de precipitações máximas, sendo que destes, o mês de dezembro concentra o maior número de ocorrências, total de dez, seguido pelos meses de janeiro e novembro com sete e cinco ocorrências, respectivamente. Destaque para o ano de 2013, em que a precipitação máxima de 82,0 mm ocorreu por duas vezes, sendo uma ocorrência no mês de maio e a outra no mês de outubro.

As precipitações máximas de 24 horas representam os eventos de maior magnitude e constituem a base de dados para o ajuste da equação IDF. Para o modelo de probabilidade de precipitação máxima foi utilizada a distribuição tipo I de Fisher-Tippet, também conhecida por distribuição de Gumbel, é dada por:

$$F(x) = e^{-e^{-(\frac{x-\mu}{\alpha})}} \quad (\text{Equação 25})$$

Onde:

$F(x)$  = é a função de densidade de probabilidade da distribuição de Gumbel;

$x$  = é uma variável aleatória associada aos valores de precipitação máxima;

$e$  = é a base dos logaritmos neperianos.

$\mu$  e  $\alpha$  = parâmetros da distribuição estimados com base na média e o desvio padrão dos valores da série de precipitações máximas, respectivamente e, podem ser calculados pelas equações:

$$\alpha = \frac{\sqrt{6}}{\pi} * s \quad (\text{Equação 26})$$

Onde:

$\pi$  é uma constante ( $\text{Pi}$ );

$s$  é o desvio padrão;

$$\mu = \bar{x} - 0,5772 * \alpha \quad (\text{Equação 27})$$

Onde:

$\bar{x}$  é a média dos valores da amostra dos valores da precipitação;

$\alpha$  é a constante encontrada pela equação 26.

As medidas de média e desvio padrão podem ser calculadas pelas equações abaixo:

$$\bar{x} = \frac{x_1 + \dots + x_n}{n} \quad (\text{Equação 28})$$

Onde:

$\bar{x}$  é a média amostral.

$x_1$  é o valor do primeiro elemento da amostra de dados;

$x_n$  é o valor do último elemento da amostra de dados;

$n$  é o número total de elementos da amostra de dados.

$$s = \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{(x_i - \bar{x})}{n-1}} \quad (\text{Equação 29})$$

Onde:

$s$  é o desvio padrão;

$\sum_{i=1}^n$  é o somatório dos valores da amostra

$x_i$  é o valor máximo da amostra;

$\bar{x}$  é a média amostral.

Os valores calculados de  $\alpha$  (alfa),  $\mu$  (mi),  $\bar{x}$  (média) e  $s$  (desvio padrão), necessários à resolução da função de distribuição de Gumbel (equação 25), foram de 17,13, 73,24, 83,13 e 21,97 respectivamente nesta ordem. Com estes valores foi possível realizar o cálculo das lâminas de precipitação máxima de 24 h para distintas frequências, probabilidade de ocorrência, dados não desagregados, para os períodos de retorno de 2, 5, 10, 25, 50, 75, 100 e 500 anos, ver tabela 40.

Tabela 40: Cálculo das lâminas de Precipitação máxima e respectiva probabilidade para os distintos períodos de retorno

Período de Retorno	Variável reduzida	Precipitação (mm)	Probabilidade (Gumbel)	Correção intervalo (*1.13)
<b>Anos</b>	<b>YT</b>	<b>XT'(mm)</b>	<b>F(xT)</b>	<b>XT (mm)</b>
<b>2</b>	0.3665	79.5218	0.5000	89.8597
<b>5</b>	1.4999	98.9415	0.8000	111.8039
<b>10</b>	2.2504	111.7991	0.9000	126.3329
<b>25</b>	3.1985	128.0446	0.9600	144.6904
<b>50</b>	3.9019	140.0965	0.9800	158.3090
<b>75</b>	4.3108	147.1015	0.9867	166.2246
<b>100</b>	4.6001	152.0593	0.9900	171.8270
<b>500</b>	6.2136	179.7037	0.9980	203.0652

Fonte: Autor (2017)

Na tabela acima, as siglas YT, XT, F(xT) e XT, podem ser obtidas respectivamente pelas equações 30, 31, 25 e 32 respectivamente.

$$YT = -\ln \left( \ln \left( \frac{y}{(y-1)} \right) \right) \quad (\text{Equação 30})$$

Onde:

$YT$  é a variável reduzida;

$\ln$  é o logaritmo natural;

$y$  é o valor que corresponde ao período de retorno (número de anos).

$$XT' = \mu + (\alpha * YT) \quad (\text{Equação 31})$$

Onde:

$XT'$  é o valor da precipitação máxima prevista;

$\mu$  é a variável encontrada pela equação 27;

$\alpha$  é a variável encontrada pela equação 26;

$YT$  é a variável reduzida encontrada pela equação 30.

$$XT = XT' * 1.13 \quad (\text{Equação 32})$$

Onde:

$XT$  é o valor real de precipitação, corrigido (multiplicado pelo coeficiente de 1.13 – Weiss (1964));

$XT'$  é o valor teórico de precipitação;

Weiss (1964) ao estudar a precipitação anual de mais de mil estações de medição (em um único e fixo intervalo de observação) nos Estados Unidos, verificou que, ao adicionar 13% ao valor da chuva anual corresponderá a magnitudes semelhantes do real. Com isso, após o cálculo das probabilidades de precipitação máxima para diferentes períodos de retorno, o valor

de  $XT'$  (Precipitação em mm) será multiplicado por 1,13, resultando na 5° coluna da tabela 40.

Assim, todos os cálculos realizados terão como base os valores de precipitação apresentados na coluna "correção intervalo (\*1.13)".

Para determinar as concentrações de chuvas em intervalos de tempo horários, tendo-se apenas as concentrações diárias, adotou-se o método de desagregação de chuvas, Campos (1978). O referido autor, após vários estudos visando avaliar o comportamento de precipitações, verificou que, durante o período de um dia (24 horas) a intensidade da precipitação varia em função do tempo de ocorrência, sendo que esta é mais concentrada em seus momentos iniciais. Assim, a desagregação representa a porcentagem de chuva precipitada ao longo do evento, ver tabela 41.

Estes dados serão obtidos como uma porcentagem dos resultados da precipitação máxima provável para 24 horas, para cada período de retorno, diferentes porcentagens deste valor segundo os tempos de duração da chuva adotados.

Tabela 41: Coeficiente de precipitação que representam a desagregação  
Relação entre horas e coeficiente de precipitação

Horas	1	2	3	4	5	6	8	12	18	24
Coeficiente (%)	0,30	0,39	0,46	0,52	0,57	0,61	0,68	0,80	0,91	1,00

Fonte: CAMPOS (1978)

Na tabela 42 estão os resultados da precipitação máxima de 24 h (mm), dados desagregados em eventos horários, bem como seus respectivos períodos de retorno (anos).

Tabela 42: Precipitação Máxima (mm) para diferentes tempos de duração (horas) em função do período de retorno

Duração (h)	Coeficiente (%)	Período de Retorno (Anos)							
		2	5	10	25	50	75	100	500
24	100%	89.86	111.80	126.33	144.69	158.31	166.22	171.83	203.07
18	91%	81.77	101.74	114.96	131.67	144.06	151.26	156.36	184.79
12	80%	71.89	89.44	101.07	115.75	126.65	132.98	137.46	162.45
8	68%	61.10	76.03	85.91	98.39	107.65	113.03	116.84	138.08
6	61%	54.81	68.20	77.06	88.26	96.57	101.40	104.81	123.87
5	57%	51.22	63.73	72.01	82.47	90.24	94.75	97.94	115.75
4	52%	46.73	58.14	65.69	75.24	82.32	86.44	89.35	105.59
3	46%	41.34	51.43	58.11	66.56	72.82	76.46	79.04	93.41
2	39%	35.05	43.60	49.27	56.43	61.74	64.83	67.01	79.20
1	30%	26.96	33.54	37.90	43.41	47.49	49.87	51.55	60.92

Fonte: Autor (2017)

Na tabela 42 é notória a relação diretamente proporcional entre o aumento dos máximos de precipitação prevista com o avanço dos períodos de retorno, de forma mais significativa a partir dos 25 anos de retorno. Durante a 1<sup>a</sup> hora de evento de precipitação máxima, é estimado que cerca de 30% do total da precipitação ocorra nesse intervalo de tempo. Para a 1<sup>a</sup> hora de duração do evento de precipitação máxima, verifica-se que há um acréscimo de aproximadamente 61% para o período de retorno de 25 anos, em relação ao retorno de 2 anos, sendo esperados 26,96 mm para 2 anos e 43,41 mm para 25 anos.

Para o retorno de 75 anos, são esperados um aumento de 14,88% em relação ao retorno de 25 anos, sendo estimados precipitação de 49,88 mm durante a primeira hora para o retorno de 75 anos. A diferença entre os retornos de 75 anos e 100 anos é de 3,37%.

A mesma porcentagem de aumento de quantidade de precipitação, entre o mesmo intervalo de duração (horas) são os mesmos para os períodos de retorno de 2, 25, 75 e 100 anos. Com isso, pode-se dizer que, o volume pluviométrico estimado para o retorno de 25 anos, são 61% maiores em relação ao retorno de 2 anos, para o mesmo intervalo de duração. 14,88% maiores para o retorno de 75 anos em relação ao retorno de 25 anos e, 3,38% maiores para o retorno de 100 anos em comparação com o retorno de 75 anos.

A intensidade da chuva é o resultado da relação da precipitação pela duração (horas). Baseando-se nos dados de precipitação máxima, tabela 42, bem como os tempos de duração adotados, calcula-se a intensidade equivalente para cada caso, segundo o período de retorno, cuja formulação matemática consta na equação 33. Os resultados dos cálculos estão sumariados na tabela 43.

$$I = \frac{P(\text{mm})}{t(\text{duração em hr})} \quad (\text{Equação 33})$$

Onde:

I é a intensidade;

P é a precipitação em milímetros;

t = duração em horas.

Tabela 43: Intensidade de chuva (mm/h) segundo a Duração (min) e Período de Retorno (anos)

Horas	Minutos	Período de Retorno (Anos)						
		2	5	10	25	50	75	100
24	1440	3.74	4.66	5.26	6.03	6.60	6.93	7.16
18	1080	4.54	5.65	6.39	7.31	8.00	8.40	8.69
12	720	5.99	7.45	8.42	9.65	10.55	11.08	11.46
8	480	7.64	9.50	10.74	12.30	13.46	14.13	14.61
6	360	9.14	11.37	12.84	14.71	16.09	16.90	17.47
5	300	10.24	12.75	14.40	16.49	18.05	18.95	19.59
4	240	11.68	14.53	16.42	18.81	20.58	21.61	22.34
3	180	13.78	17.14	19.37	22.19	24.27	25.49	26.35
2	120	17.52	21.80	24.63	28.21	30.87	32.41	33.51
1	60	26.96	33.54	37.90	43.41	47.49	49.87	51.55

Fonte: Autor (2017)

Como os dados constantes na tabela 43 são derivados daqueles de precipitação máxima (tabela 42), assemelham-se os comportamentos das variáveis em função do tempo de ocorrência e do período de retorno. Entretanto, a mesma porcentagem de aumento da intensidade não é verificada para os diferentes tempos de retorno, na mesma duração.

Para a duração de 1 hora (60 min), a intensidade verificada para a recorrência de 2 anos foi de 26,96 mm/h, sendo que, para o retorno de 25 anos, houve um aumento de aproximadamente 61%, passando a ter intensidade de 43,41 mm/h. Para a duração de 12 horas (720 mim), o aumento foi de 61,1% (0,1% maior do que o aumento verificado para a duração de 1 hora) e, para a duração de 24 horas (1440 mim) o aumento foi de 61,23%, passando de 3,74 mm/h na frequência de 2 anos para 6,03 mm/h para o retorno de 25 anos.

Para a duração de 1 hora, o aumento da intensidade entre os retornos de 25 a 75 anos foi de 14,88%, passando de 43,41 mm/h em 25 anos para 49,87 mm/h para a frequência de 75 anos. Para a duração de 12 horas, o aumento foi de 14,82% (houve redução do aumento em 0,06%),

passando de 9,65 mm/h para o retorno de 25 anos para 11,08 mm/h para o retorno de 75 anos.

Já para a duração de 24 horas, o aumento foi de 14,93 %.

Para a duração de 1 hora, a intensidade estimada para o retorno de 100 anos foi de 51,55 mm/h, revelando aumento de 3,37% em relação ao retorno de 75 anos que registra intensidade de 49,87 mm/h. Para o retorno de 100 anos, com duração de 12 horas, o aumento foi de 3,43 %, passando de 11,08 mm/h em 75 anos para 11,46 mm/h em 100 anos. Já para a duração de 24 horas, o aumento foi de 3,32%, havendo redução do aumento na proporção de 0,11.

De maneira geral, percebe-se que a intensidade é mais forte para períodos de retornos mais longos e para menores tempos de duração, com isso, a intensidade estimada com duração de 1 hora para o período de retorno de 500 anos é a mais elevada, apresentando 60,92 mm/h. Em contrapartida, menores valores de intensidade são verificados para períodos de retorno mais curtos (2 anos) e com duração de 24 horas (1440 mim), sendo esperadas uma intensidade de 3,74 mm/h.

A representação matemática das curvas IDF é expressa pela equação 34:

$$I = \frac{a * T^b}{t^c} \quad (\text{Equação 34})$$

Onde

I é a Intensidade (mm/hr);

T é o Período de Retorno em anos;

t é a Duração da chuva em horas;

Variáveis “a”, “b” e “c” são parâmetros de ajuste ( a = término da constante de regressão; b = coeficiente de regressão descoberto quando foi realizada a regressão tipo potência comum para todos os retornos; c = média dos valores de coeficientes de regressão de cada período de retorno).

Utilizando o método de regressão foram determinados os valores das constantes A(a) e B(b). Para validação do modelo de probabilidade adotado, foi aplicado teste de ajuste para cada período de retorno. Dentre os modelos de regressão testados, o de potência foi o que melhor se ajustou aos dados observados. A seguir são apresentados os coeficientes de regressão dos diferentes tipos testados: exponencial, linear, logarítmica, polinomial e potência.

Quadro 3: Síntese dos coeficientes de determinação ( $r^2$ ) das regressões e equações da linha de tendência para diversos tipos de linha, em função do período de retorno

Período de Retorno (anos)	Tipos de Linha de Tendência e respectivos $r^2$					Equação da linha de tendência (Potência)
	Exponencial	Linear	Logarítmica	Polinomial	Potência	
2	0,8479	0,5856	0,9155	0,8281	0,9994	$y = 339.7168x^{-0.6164}$
5	0,8479	0,5856	0,9155	0,8281	0,9994	$y = 422.6776x^{-0.6164}$
10	0,8479	0,5856	0,9155	0,8281	0,9994	$y = 447.6049x^{-0.6164}$
25	0,8479	0,5856	0,9155	0,8281	0,9994	$y = 547.0057x^{-0.6164}$
50	0,8479	0,5856	0,9155	0,8281	0,9994	$y = 598.4911x^{-0.6164}$
75	0,8479	0,5856	0,9155	0,8281	0,9994	$y = 628.4165x^{-0.6164}$
100	0,8479	0,5856	0,9155	0,8281	0,9994	$y = 649.5964x^{-0.6164}$
500	0,8479	0,5856	0,9155	0,8281	0,9994	$y = 767.6930x^{-0.6164}$

Fonte: Autor (2017)

No quadro 3, observa-se que para todos os períodos de retorno, o tipo de linha de tendência que melhor se ajustou foi o de potência, sendo que, para todos os retornos, o coeficiente de determinação ( $r^2$ ) foi de 0,9994. As equações de linha de tendência, geradas para cada período de retorno estão listadas na última coluna do quadro 3. O único tipo que linha que não ajustou bem os dados foi a Linear, que apresentou  $r^2 = 0,5856$ .

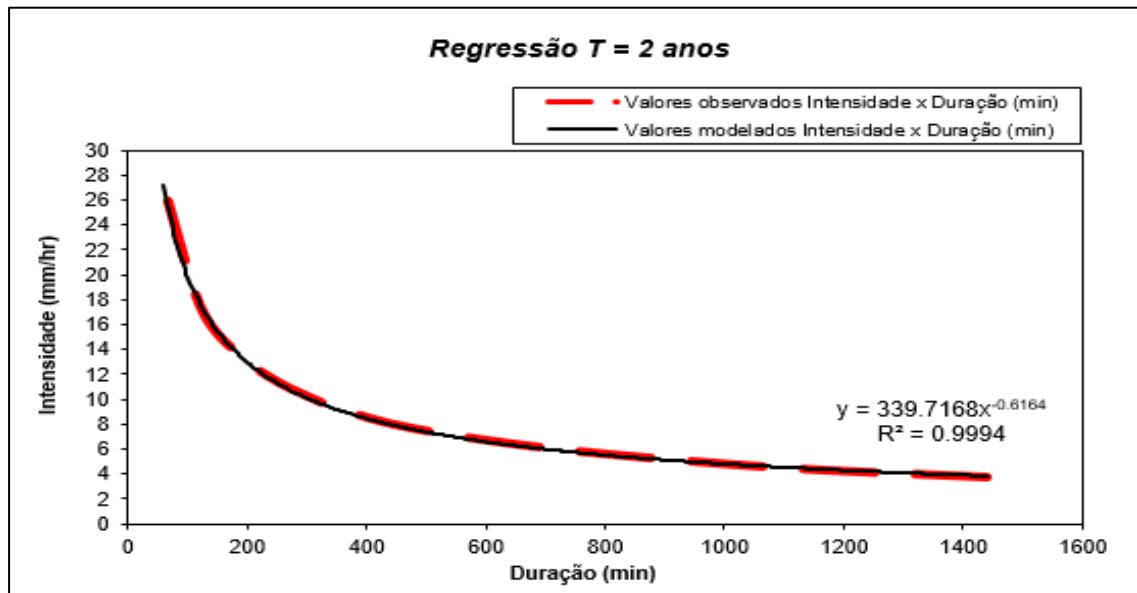
Nas tabelas de 44 a 51 e gráficos de 72 a 79, respectivamente nesta ordem, estão os resultados dos cálculos para determinar as variáveis A(a) e B(b), bem como os gráficos exibindo a aderência do ajustamento aos dados observados. Nas respectivas tabelas, nos cabeçalhos têm-se que N° indica a ordem em que são apresentados os dados; x é o tempo de duração em minutos; y é a intensidade;  $\ln(x)$  é o logaritmo natural da duração em minutos;  $\ln(y)$  é o logaritmo natural da intensidade;  $\ln(x)*\ln(y)$  é o produto entre os resultados dos logaritmos naturais de duração e de intensidade; e,  $(\ln(x))^2$  é a potência da duração em minutos.

Tabela 44: Valores de A e B para retorno de 2 anos

Período de Retorno - 2 anos						
Nº (ordem)	x	y	Ln(x)	Ln(y)	Ln(x)* Ln(y)	(Ln(x)) <sup>2</sup>
1	1440	3.7442	7.2724	1.3202	9.6010	52.8878
2	1080	4.5429	6.9847	1.5136	10.5718	48.7863
3	720	5.9906	6.5793	1.7902	11.7782	43.2865
4	480	7.6381	6.1738	2.0331	12.5522	38.1156
5	360	9.1357	5.8861	2.2122	13.0212	34.6462
6	300	10.2440	5.7038	2.3267	13.2709	32.5331
7	240	11.6818	5.4806	2.4580	13.4716	30.0374
8	180	13.7785	5.1930	2.6231	13.6217	26.9668
9	120	17.5226	4.7875	2.8635	13.7090	22.9201
10	60	26.9579	4.0943	3.2943	13.4879	16.7637
<b>Soma</b>	4980	111.2363	58.1555	22.4349	125.0855	346.9435
	Ln (A) =	5.8281	A =	339.7168	B =	-0.6164

Fonte: Autor (2017)

Gráfico 72: Intensidade estimada para período de retorno de 2 anos, acumulado de 24 horas (1440 minutos)



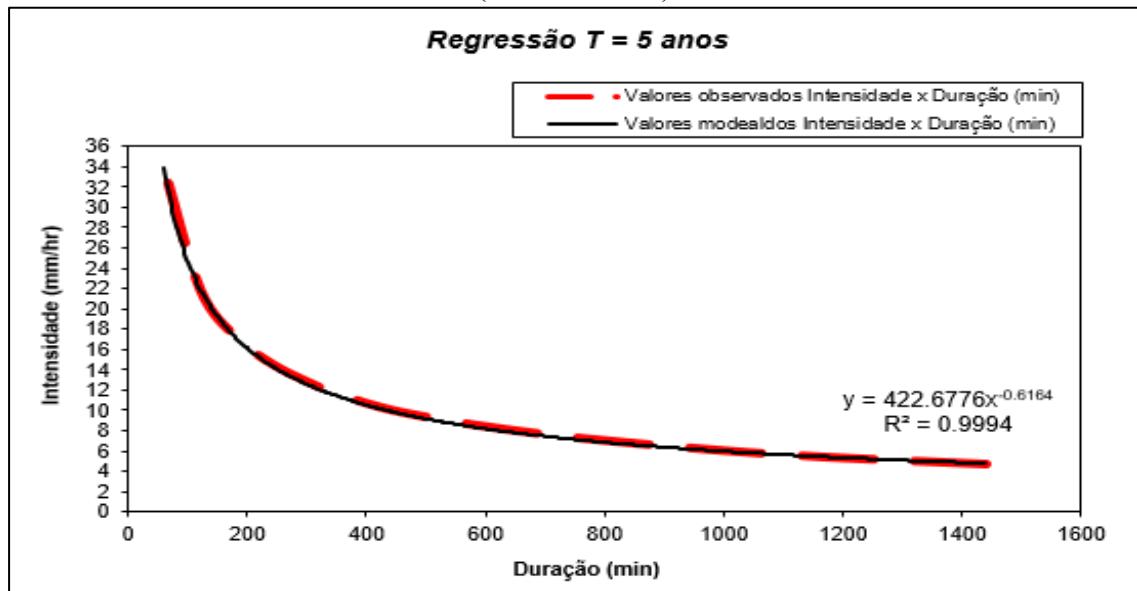
Fonte: Autor (2017)

Tabela 45: Valores de A e B para retorno de 5 anos

Período de Retorno - 5 anos						
Nº (ordem)	x	y	Ln(x)	Ln(y)	Ln(x) * Ln(y)	(Ln(x)) <sup>2</sup>
1	1440	4.6585	7.2724	1.5387	11.1900	52.8878
2	1080	5.6523	6.9847	1.7321	12.0980	48.7863
3	720	7.4536	6.5793	2.0087	13.2157	43.2865
4	480	9.5033	6.1738	2.2516	13.9012	38.1156
5	360	11.3667	5.8861	2.4307	14.3073	34.6462
6	300	12.7456	5.7038	2.5452	14.5172	32.5331
7	240	14.5345	5.4806	2.6765	14.6691	30.0374
8	180	17.1433	5.1930	2.8416	14.7563	26.9668
9	120	21.8018	4.7875	3.0820	14.7550	22.9201
10	60	33.5412	4.0943	3.5128	14.3825	16.7637
<b>Soma</b>	4980	138.4009	58.1555	24.6199	137.7923	346.9435
	Ln (A) =	6.0466	A =	422.6776	B =	-0.6164

Fonte: Autor (2017)

Gráfico 73: Intensidade estimada para período de retorno de 5 anos, acumulado de 24 horas (1440 minutos)



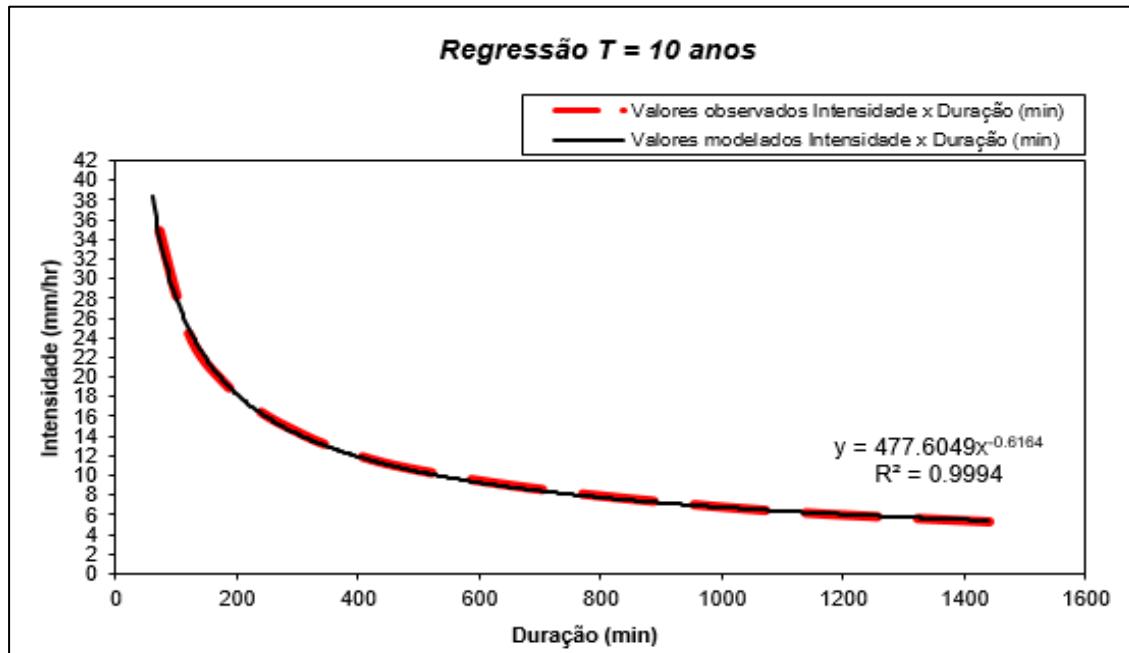
Fonte: Autor (2017)

Tabela 46: Valores de A e B para Retorno de 10 anos

Período de Retorno - 10 anos						
Nº (ordem)	x	y	Ln(x)	Ln(y)	Ln(x) * Ln(y)	(Ln(x)) <sup>2</sup>
1	1440	5.2639	7.2724	1.6609	12.0785	52.8878
2	1080	6.3868	6.9847	1.8542	12.9513	48.7863
3	720	8.4222	6.5793	2.1309	14.0195	43.2865
4	480	10.7383	6.1738	2.3738	14.6554	38.1156
5	360	12.8438	5.8861	2.5529	15.0264	34.6462
6	300	14.4020	5.7038	2.6674	15.2141	32.5331
7	240	16.4233	5.4806	2.7987	15.3387	30.0374
8	180	19.3711	5.1930	2.9638	15.3908	26.9668
9	120	24.6349	4.7875	3.2042	15.3399	22.9201
10	60	37.8999	4.0943	3.6349	14.8827	16.7637
<b>Soma</b>	4980	156.3862	58.1555	25.8416	144.8974	346.9435
	Ln (A) =	6.1688	A =	477.6049	B =	-0.6164

Fonte: Autor (2017)

Gráfico 74: Intensidade estimada para período de retorno de 10 anos, acumulado de 24 horas (1440 minutos)



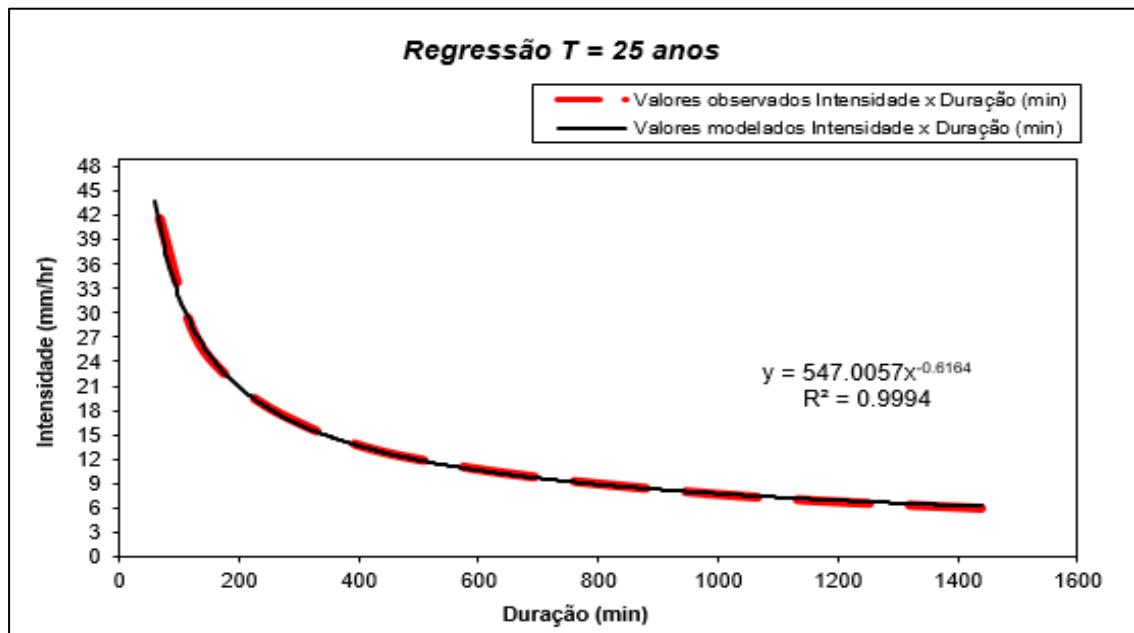
Fonte: Autor (2017)

Tabela 47: Valores de A e B para retorno de 25 anos

Período de Retorno - 25 anos						
Nº (ordem)	x	y	Ln(x)	Ln(y)	Ln(x) * Ln(y)	(Ln(x)) <sup>2</sup>
1	1440	6.0288	7.2724	1.7965	13.0652	52.8878
2	1080	7.3149	6.9847	1.9899	13.8990	48.7863
3	720	9.6460	6.5793	2.2665	14.9122	43.2865
4	480	12.2987	6.1738	2.5095	15.4931	38.1156
5	360	14.7102	5.8861	2.6885	15.8250	34.6462
6	300	16.4947	5.7038	2.8030	15.9879	32.5331
7	240	18.8098	5.4806	2.9344	16.0823	30.0374
8	180	22.1859	5.1930	3.0995	16.0953	26.9668
9	120	28.2146	4.7875	3.3398	15.9895	22.9201
10	60	43.4071	4.0943	3.7706	15.4382	16.7637
<b>Soma</b>	4980	179.1106	58.1555	27.1984	152.7876	346.9435
	Ln (A) =	6.3045	A =	547.0057	B =	-0.6164

Fonte: Autor (2017)

Gráfico 75: Intensidade estimada para período de retorno de 25 anos, acumulado de 24 horas (1440 minutos)



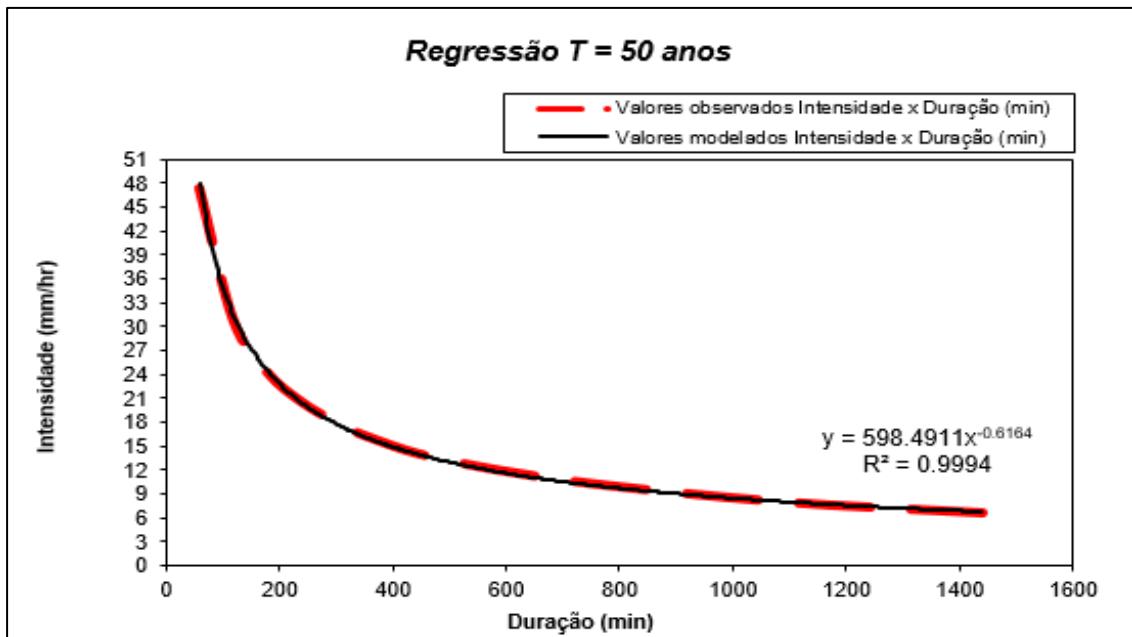
Fonte: Autor (2017)

Tabela 48: Valores de A e B para retorno de 50 anos

Período de Retorno - 50 anos						
Nº (ordem)	x	y	Ln(x)	Ln(y)	Ln(x) * Ln(y)	(Ln(x)) <sup>2</sup>
1	1440	6.5962	7.2724	1.8865	13.7193	52.8878
2	1080	8.0034	6.9847	2.0799	14.5273	48.7863
3	720	10.5539	6.5793	2.3565	15.5040	43.2865
4	480	13.4563	6.1738	2.5994	16.0484	38.1156
5	360	16.0947	5.8861	2.7785	16.3545	34.6462
6	300	18.0472	5.7038	2.8930	16.5010	32.5331
7	240	20.5802	5.4806	3.0243	16.5752	30.0374
8	180	24.2740	5.1930	3.1894	16.5625	26.9668
9	120	30.8703	4.7875	3.4298	16.4201	22.9201
10	60	47.4927	4.0943	3.8606	15.8065	16.7637
<b>Soma</b>	4980	195.9689	58.1555	28.0979	158.0189	346.9435
	Ln (A) =	6.3944	A =	598.4911	B =	-0.6164

Fonte: Autor (2017)

Gráfico 76: Intensidade estimada para período de retorno de 50 anos, acumulado de 24 horas (1440 minutos)



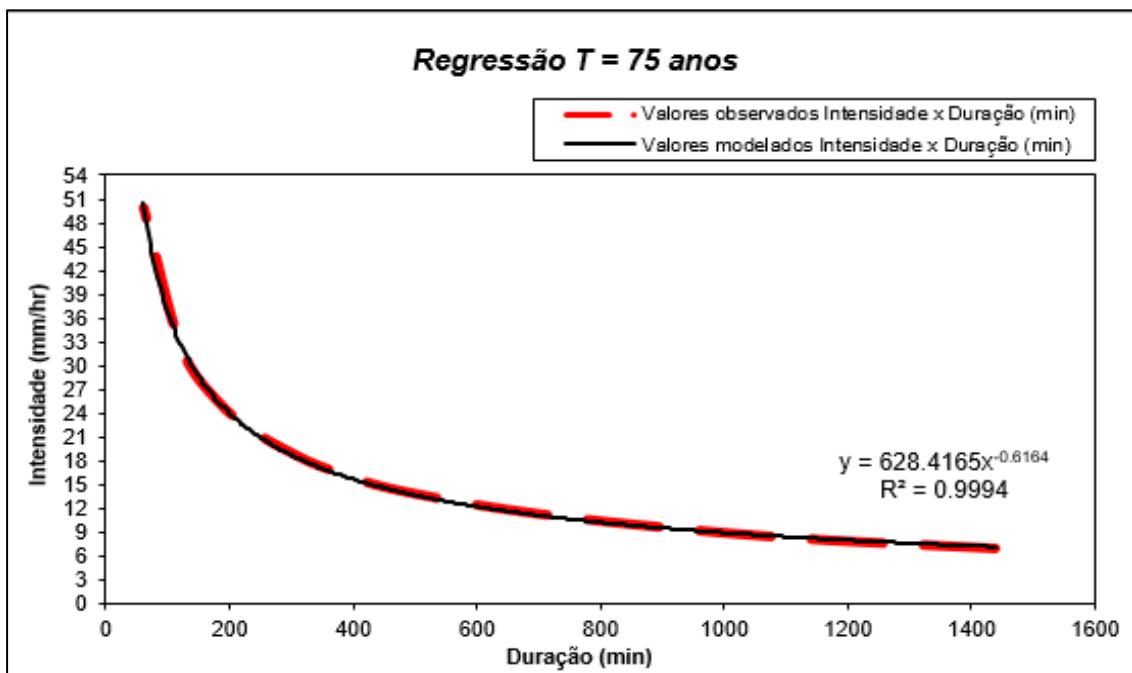
Fonte: Autor (2017)

Tabela 49: Valores de A e B para retorno de 75 anos

Período de retorno para T = 75 anos						
Nº (ordem)	x	y	Ln(x)	Ln(y)	Ln(x)*Ln(y)	(Ln(x)) <sup>2</sup>
1	1440	6.9260	7.2724	1.9353	14.0742	52.8878
2	1080	8.4036	6.9847	2.1287	14.8681	48.7863
3	720	11.0816	6.5793	2.4053	15.8250	43.2865
4	480	14.1291	6.1738	2.6482	16.3496	38.1156
5	360	16.8995	5.8861	2.8273	16.6417	34.6462
6	300	18.9496	5.7038	2.9418	16.7793	32.5331
7	240	21.6092	5.4806	3.0731	16.8427	30.0374
8	180	25.4878	5.1930	3.2382	16.8158	26.9668
9	120	32.4138	4.7875	3.4786	16.6537	22.9201
10	60	49.8674	4.0943	3.9094	16.0063	16.7637
<b>Soma</b>	<b>4980</b>	<b>205.7676</b>	<b>58.1555</b>	<b>28.5858</b>	<b>160.8564</b>	<b>346.9435</b>
	Ln (A) =	6.4432	A =	628.4165	B =	-0.6164

Fonte: Autor (2017)

Gráfico 77: Intensidade estimada para período de retorno de 75 anos, acumulado de 24 horas (1440 minutos)



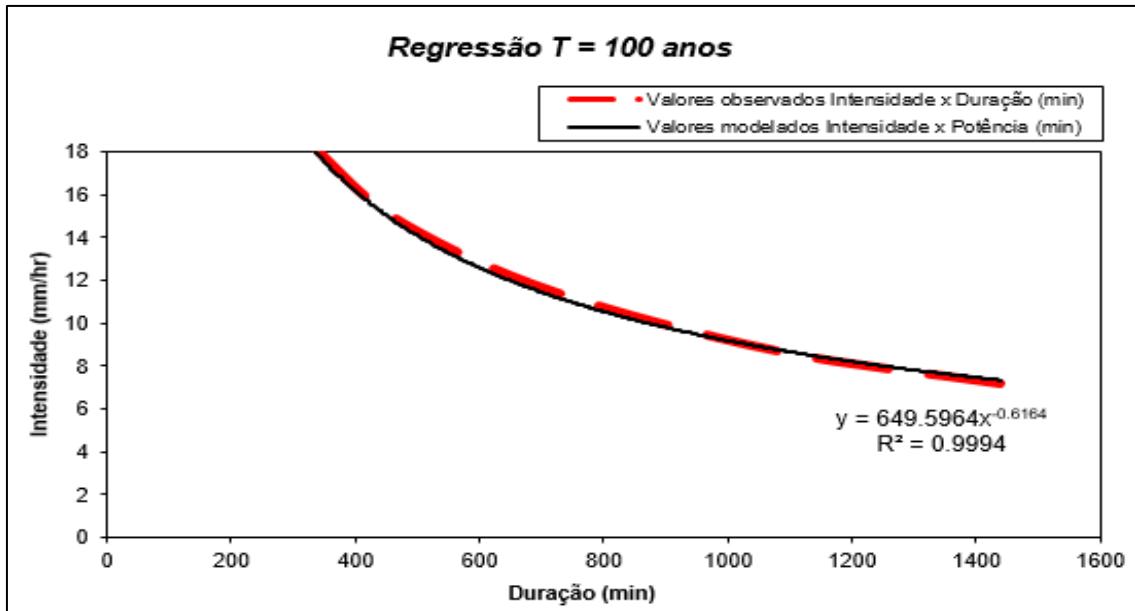
Fonte: Autor (2017)

Tabela 50: Valores de A e B para retorno de 100 anos

Período de retorno para T = 100 anos						
Nº (ordem)	x	y	Ln(x)	Ln(y)	Ln(x)*Ln(y)	(Ln(x)) <sup>2</sup>
1	1440	7.1595	7.2724	1.9684	14.3152	52.8878
2	1080	8.6868	6.9847	2.1618	15.0996	48.7863
3	720	11.4551	6.5793	2.4384	16.0431	43.2865
4	480	14.6053	6.1738	2.6814	16.5543	38.1156
5	360	17.4691	5.8861	2.8604	16.8368	34.6462
6	300	19.5883	5.7038	2.9749	16.9684	32.5331
7	240	22.3375	5.4806	3.1063	17.0243	30.0374
8	180	26.3468	5.1930	3.2713	16.9880	26.9668
9	120	33.5063	4.7875	3.5117	16.8124	22.9201
10	60	51.5481	4.0943	3.9425	16.1420	16.7637
<b>Soma</b>	4980	212.7028	58.1555	28.9173	162.7841	346.9435
	Ln (A) =	6.4764	A =	649.5964	B =	-0.6164

Fonte: Autor (2017)

Gráfico 78: Intensidade estimada para período de retorno de 100 anos, acumulado de 24 horas (1440 minutos)



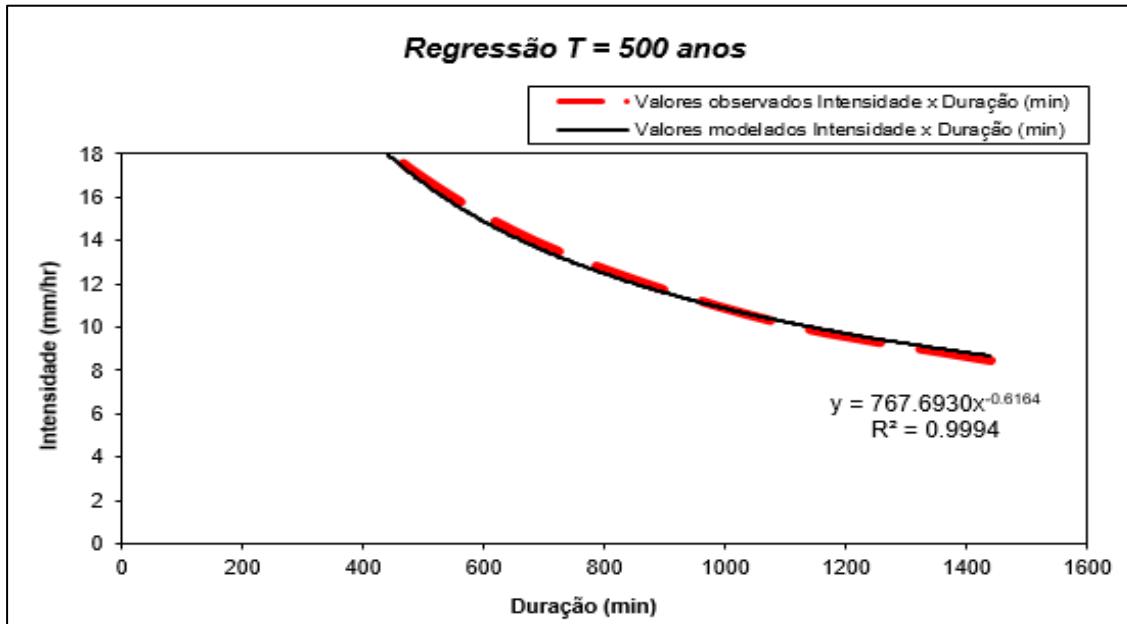
Fonte: Autor (2017)

Tabela 51: Valores de A e B para retorno de 500 anos

Período de Retorno - 500 anos						
Nº (ordem)	x	y	Ln(x)	Ln(y)	Ln(x) * Ln(y)	(Ln(x)) <sup>2</sup>
1	1440	8.4610	7.2724	2.1355	15.5300	52.8878
2	1080	10.2661	6.9847	2.3288	16.2663	48.7863
3	720	13.5377	6.5793	2.6055	17.1421	43.2865
4	480	17.2605	6.1738	2.8484	17.5856	38.1156
5	360	20.6450	5.8861	3.0275	17.8200	34.6462
6	300	23.1494	5.7038	3.1420	17.9211	32.5331
7	240	26.3985	5.4806	3.2733	17.9398	30.0374
8	180	31.1367	5.1930	3.4384	17.8554	26.9668
9	120	39.5977	4.7875	3.6788	17.6121	22.9201
10	60	60.9196	4.0943	4.1096	16.8259	16.7637
<b>Soma</b>	4980	251.3721	58.1555	30.5877	172.4983	346.9435
	Ln (A) =	6.6434	A =	767.6930	B =	-0.6164

Fonte: Autor (2017)

Gráfico 79: Intensidade estimada para período de retorno de 500 anos, acumulado de 24 horas (1440 minutos)



Fonte: Autor (2017)

Até esse ponto da análise, foram geradas as tabelas que relacionam as intensidades das chuvas máximas de acordo com os minutos de evolução desses eventos para diferentes períodos de retorno. Além dos valores acerca das intensidades para diferentes durações, o intuito da tabela é a determinação dos valores das constantes A e B, tabela 52.

**Tabela 52: Sumário das variáveis A e B para os diferentes Períodos de Retorno  
Resumo da aplicação de regressão potência**

<b>Período de Retorno (anos)</b>	Constantes de Regressão finais A (d)	Coeficiente de Regressão B (c)
<b>2</b>	339.71676562809	-0.6163860881
<b>5</b>	422.67760333082	-0.6163860881
<b>10</b>	477.60489655070	-0.6163860881
<b>25</b>	547.00567714345	-0.6163860881
<b>50</b>	598.49114075904	-0.6163860881
<b>75</b>	628.41645511658	-0.6163860881
<b>100</b>	649.59644379303	-0.6163860881
<b>500</b>	767.69299748207	-0.6163860881
<b>Média</b>	553.90024747547	-0.6163860881

Fonte: Autor (2017)

Os valores de A(a) e B(b), comporão a equação de substituição, equação 35, sendo que na referida equação, "A" foi renomeado "d" e, "c" é determinado pela média dos coeficientes de regressão "B".

Embora os valores da Constante de Regressão final (A) e Coeficiente de Regressão (B) podem ser encontrados na Equação da linha de tendência, a equações 35 a 37 representam a fórmula geral para cálculo dessas variáveis:

$$a = \text{expoente} (\ln(a)) \quad (\text{Equação 35})$$

Onde:

a = constante de regressão final.

O  $\ln(a)$ , necessário para a resolução da equação 35, é encontrado pela equação 36:

$$\ln(a) = \frac{((\ln(x) * \ln(y)) * \ln(x)) - ((\ln(x))^2 * \ln(y))}{(\ln(x))^2 - ((\ln(x))^2 * n)} \quad (\text{Equação 36})$$

Onde:

$\ln_{(x)}$  = soma dos valores de  $\ln(x)$  para todos os períodos de retorno;

$\ln_{(y)}$  = soma dos valores de  $\ln(y)$  para todos os períodos de retorno;

$(\ln_{(x)})^2$  = soma dos valores de  $(\ln(x))^2$  para todos os períodos de retorno;

$(\ln_{(x)})^2$  = o quadrado do valor de  $(\ln(x))^2$ ;

$n$  = é o N° (ordem).

Com o valor de  $\ln(a)$ , resultado da equação 36, é possível encontrar o valor de “a”. A equação de B é representada pela equação 37.

$$b = \frac{(\ln_{(y)} - (n * \ln_{(a)}))}{\ln_{(x)}} \quad (\text{Equação 37})$$

Onde:

$\ln_{(y)}$  = soma dos valores de  $\ln(y)$  para todos os períodos de retorno;

$n$  = é o N° (ordem);

$\ln_{(a)}$  = é o resultado da equação 36;

$\ln_{(x)}$  = soma dos valores de  $\ln(x)$ ;

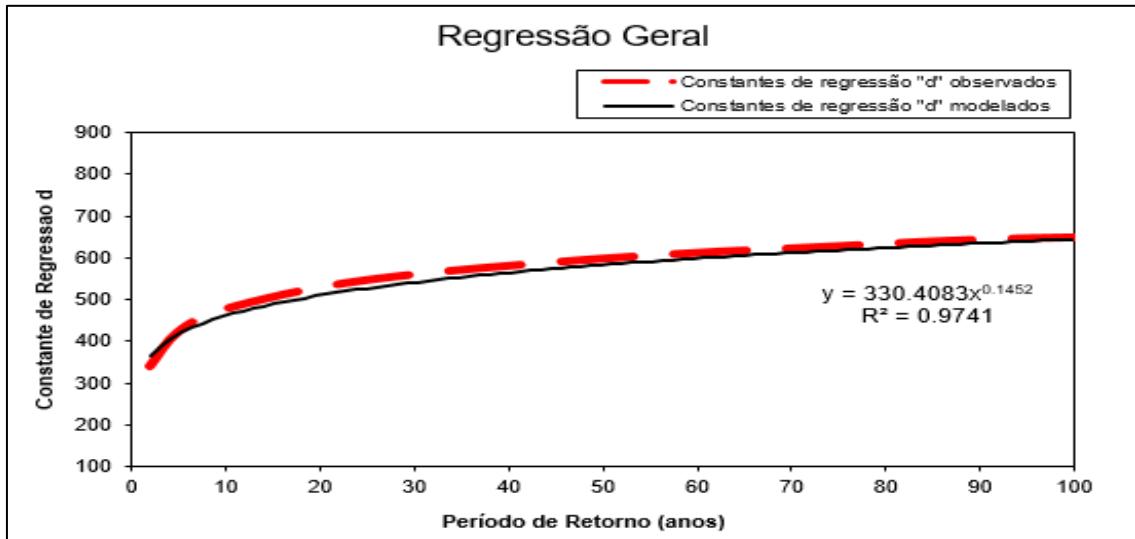
Na função de substituição desta variável, torna-se necessário a aplicação de outra regressão tipo potência entre as colunas do período de retorno T e os coeficientes de regressão A (sumarizados na tabela 52). Nesta aplicação foram determinados os parâmetros A' e  $\ln(A')$ , ver tabela 53 e gráfico 80.

Tabela 53: Valores de A', B' e Ln(A') geral para todos os períodos de retorno

Regressão para todos os retornos						
Nº	x	y	Ln(x)	Ln(y)	Ln(x) * Ln(y)	(Ln(x))²
<b>1</b>	2	339.7168	0.6931	5.8281	4.0397	0.4805
<b>2</b>	5	422.6776	1.6094	6.0466	9.7316	2.5903
<b>3</b>	10	477.6049	2.3026	6.1688	14.2041	5.3019
<b>4</b>	25	547.0057	3.2189	6.3045	20.2933	10.3612
<b>5</b>	50	598.4911	3.9120	6.3944	25.0151	15.3039
<b>6</b>	75	628.4165	4.3175	6.4432	27.8185	18.6407
<b>7</b>	100	649.5964	4.6052	6.4764	29.8247	21.2076
<b>8</b>	500	767.6930	6.2146	6.6434	41.2861	38.6214
<b>Soma</b>	767	4431.2020	26.8733	50.3053	172.2131	112.5074
$\ln(A') =$		5.8003	$A' =$	330.4083	$B' =$	0.1452

Fonte: Autor (2017)

Gráfico 80: Regressão entre as constantes de regressão “d” observadas e modeladas para todos os períodos de retorno



Fonte: Autor (2017)

Os parâmetros calculados na tabela 53,  $A = 330,4083$ ,  $B = 0,1452$  e, o “c” é a média dos coeficientes de regressão (B) calculado para os diferentes períodos de retorno verificado na tabela 52. Como todos os coeficientes de regressão apresentaram o mesmo valor para todos os períodos de retorno a média do “c” é igual a -0,6164. A partir desses valores, substitui-se na Equação de Chuvas Intensas, ver equação 34.

Substituindo os valores das variáveis “a”, “b” e “c” encontrados na Equação de Chuvas Intensas (equação 34), resulta em:

$$I = \frac{330,4083 * T^{0,1452}}{t^{0,6164}} \quad (\text{Equação 38})$$

Onde:

“I” é a intensidade da chuva (mm/h);

“330,4083” é a constante de regressão para todos os períodos de retorno;

“T” é o período de retorno (anos);

“0,1452” é o coeficiente de regressão de todos os períodos de retorno;

“t” é tempo de duração da precipitação (minutos);

“0,6164” é o coeficiente de regressão aplicado à cada período de retorno.

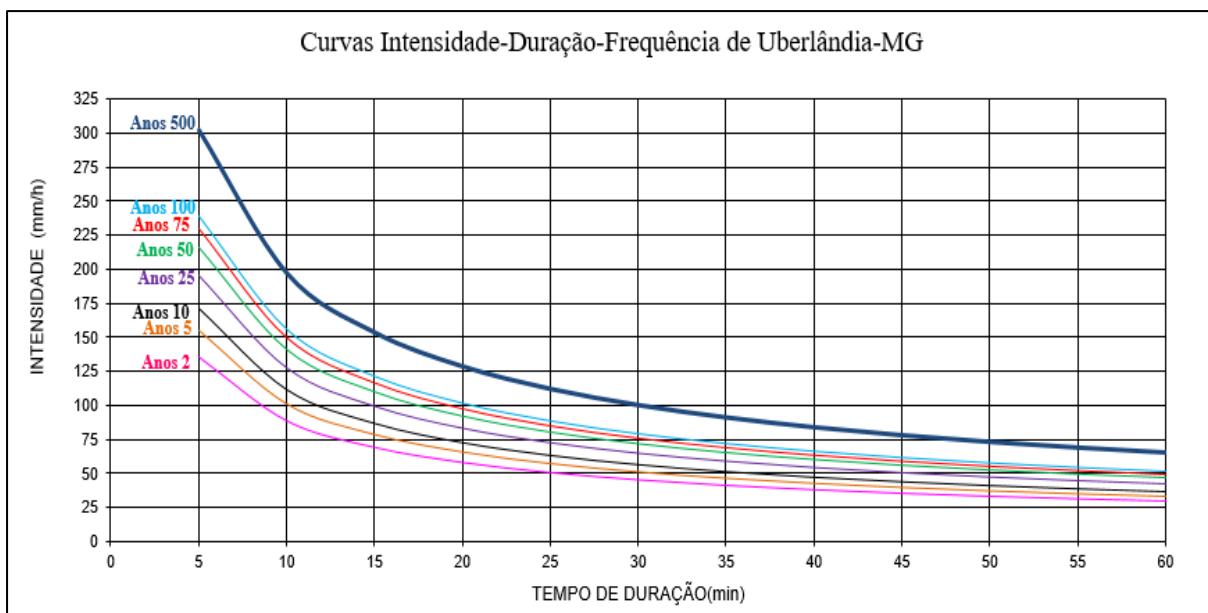
Inserindo os valores de “T” e “t” na equação de chuvas intensas é possível calcular os distintos tempos de duração, bem como seus períodos de retorno, cujos resultados estão na tabela 54, e sua representação no gráfico 81.

Tabela 54: Tabela de I-D-F para as chuvas intensas de Uberlândia-MG

Intensidade – Duração – Frequência (IDF)						
Frequência (anos)	Duração em minutos					
	5	10	15	20	25	30
2	135.4979	88.3857	68.8402	57.6542	50.2455	44.9046
5	154.7831	100.9655	78.6381	65.8601	57.3969	51.2958
10	171.1752	111.6581	86.9661	72.8349	63.4754	56.7282
25	195.5383	127.5502	99.3438	83.2014	72.5097	64.8023
50	216.2464	141.0582	109.8647	92.0127	80.1888	71.6650
75	229.3622	149.6136	116.5282	97.5934	85.0524	76.0117
100	239.1477	155.9967	121.4997	101.7571	88.6810	79.2546
500	302.1164	197.0714	153.4912	128.5502	112.0312	100.1227
Frequência (anos)	Duração em minutos					
	35	40	45	50	55	60
2	40.8344	37.6080	34.9745	32.7753	30.9053	29.2914
5	46.6463	42.9607	39.9523	37.4402	35.3040	33.4604
10	51.5863	47.5104	44.1834	41.4052	39.0428	37.0040
25	58.9285	54.2725	50.4719	47.2983	44.5997	42.2707
50	65.1692	60.0201	55.8171	52.3074	49.3229	46.7473
75	69.1218	63.6605	59.2025	55.4799	52.3145	49.5826
100	72.0708	66.3765	61.7283	57.8469	54.5464	51.6980
500	91.0474	83.8537	77.9817	73.0783	68.9087	65.3103

Fonte: Autor (2017)

Gráfico 81: Curvas I-D-F das Chuvas Intensas de Uberlândia-MG



Fonte: Autor (2017)

As intensidades apresentam relação direta com o aumento do período de retorno e, inversa em função do aumento da duração. Com isso, são esperadas chuvas mais intensas nos primeiros minutos de sua ocorrência e em períodos de retorno mais longos. Por exemplo, a intensidade verificada para o período de retorno de 10 anos, nos 5 primeiros minutos é de 171 mm/h, passando para 56 mm/h nos 30 mim e, para a duração de 60 minutos (1 hora) a intensidade diminui para 37 mm/h. A partir disso, o volume pluviométrico para o retorno de 10 anos, diminui cerca de 80% no limite da primeira hora de duração.

Pelo gráfico 81, é possível verificar que, ao longo dos períodos de retorno são esperadas intensidade cada vez maiores, por exemplo, para o retorno de 500 anos, são esperados precipitação de 300 mm, com forte concentração nos 10 primeiros minutos de duração. Para os períodos de 50, 75 e 100 anos, as estimativas são parecidas.

De modo geral, para todos os períodos de retorno as intensidades são mais fortes nos 10 primeiros minutos, sendo que, para a frequência de 2 anos a curva de IDF é mais suavizada do que para a frequência de 500 anos, que apresentou forte diminuição da intensidade a partir dos 20 primeiros minutos da precipitação e, a curva de IDF após os 20 minutos são mais suavizadas.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

---

A partir dos resultados obtidos pelas aplicações de métodos estatísticos nas variáveis climáticas, foi possível conhecer o panorama do clima de Uberlândia-MG. Eles corroboraram com todas as classificações climáticas realizadas para referida cidade. O conhecimento sobre o comportamento dos elementos e dos processos do clima de uma localidade são importantes para auxiliar na compreensão do clima regional, que por sua vez exerce poder de influência no condicionamento dos climas locais que compõem o regional.

O clima de Uberlândia-MG, de acordo com as classificações climáticas de Köppen (1936), Strahler (1969), Nímer (1979), Mendonça e Danni-Oliveira (2007) e, mais recentemente, a caracterização climática proposta por Novais (2011), recebe grandes quantidades de energia ao longo do ano, com variação bem marcada da precipitação, com 4 a 5 meses secos. Como verificado, a temperatura média da referida cidade é de 22,6 °C, tendo as maiores médias de temperatura nos meses que se estendem de setembro a abril.

A precipitação média é de 1507 mm, desse total, cerca de 80% é concentrada nos meses compreendidos entre outubro a março (considerando o ano hidrológico), precipitação média acima dos 100 mm nesse período. Os meses de dezembro e janeiro são os meses que recebem o maior volume pluviométrico em detrimento dos meses de julho e agosto, que apresentaram precipitação média de aproximadamente 10 mm.

Ao longo do trabalho, foi utilizada as terminologias Estação Seca (Estiagem) e Estação Chuvosa que se referem à concentração pronunciada das chuvas. Os dados analisados de precipitação corroboraram à bibliografia consultada sobre as classificações e caracterização climáticas realizadas.

Durante a estação chuvosa, entre os meses de outubro a março, os elevados totais pluviométricos são justificados pela atuação dos sistemas atmosféricos mEc (massa Equatorial

atlântica) e ZCAS (Zona de Convergência do Atlântico Sul), que trazem umidade das regiões equatoriais, tendo os sistemas CCMs (Complexos Convectivos de Mesoescala), mTa (massa Tropical atlântica), ASAS (Alta Subtropical do Atlântico Sul) e as LI (Linhas de Instabilidade) contribuindo para a manutenção das chuvas nesse período.

Já os sistemas atuantes que condicionam os baixos totais pluviométricos verificados entre os meses a setembro, que caracterizam a estação seca, são a mTa (massa Tropical atlântica), a mPa (massa Polar atlântica) e as Frentes Frias. Essa estação coincide com o período de menores valores de temperatura verificados. Com isso, pode-se dizer que nesse período, tem-se dias amenos ou frios, baixa nebulosidade e baixa quantidade de chuvas, concentradas em poucos eventos, sendo as atuações da mPa e das Frentes Frias as principais responsáveis pelas poucas chuvas que atingem Uberlândia-MG.

Analizando a Temperatura Máxima, verificou-se uma elevação dos valores absolutos anuais, sendo que, nos primeiros anos de análise, as máximas absolutas não chegavam à marca de 36°C, evoluindo para 37 °C nos fins dos anos 1990 até o final dos anos 2000 e, atingindo valores superiores a 38 °C nos últimos anos de análise (anos 2010), sendo verificado no ano de 2015 o recorde de máxima absoluta, com 39,2 °C, ocorrido em outubro.

Para as temperaturas mínimas, há uma elevada variação interanual até o início dos anos 2000. O recorde de mínimo absoluto ocorreu em julho de 1981, quando foi registrado exato 1°C. A partir de 2002, foi verificado forte tendência de aumento nos valores de temperatura mínima, sendo que, a partir desse ano, não foi registrada nenhum mínimo absoluto abaixo dos 7°C, com destaque para os anos de 2014 e 2015 que, respectivamente, registraram 10,2 °C e 12,8 °C de temperatura mínima, valores esses, muito acima da média do período analisado, que é de 7,3 °C.

As análises sobre a umidade relativa do ar revelaram que, a mudança de localização da estação meteorológica, antes se localizava dentro do Parque do Sabiá para as dependências do

campus UFU-Santa Mônica, afetou tanto nos valores de temperaturas quanto os valores de umidade relativa do ar, sendo que, pela análise dessa última variável, ficou mais evidente a influência dessa mudança de ambiente.

Para a umidade relativa mínima, até 1995 (ano da mudança de localização) os mínimos absolutos anuais raramente chegavam até 35%, com destaque para o ano de 1984, que registrou 28,8%. Após esse ano, os mínimos absolutos abaixaram pelo menos 10%, sendo verificados registros que antes dificilmente atingiam a marca de 35%, agora raramente ultrapassam essa marca.

Comportamento semelhante ao verificado para a umidade relativa mínima, a análise sobre os dados de umidade relativa média foram sensíveis à mudança de ambiente da estação de dados. A URM da cidade é de 68,4%, porém desde o ano de 1995 as médias anuais registradas são menores que a média do período analisado, com exceção dos anos de 2000 e 2009.

Associando o aumento significativo dos valores de temperaturas com a diminuição da umidade relativa do ar, traz à tona da problemática sobre o Conforto Térmico Humano. Cada vez são esperados dias mais quentes com baixa taxa de umidade relativa do ar fazendo com que o corpo humano realize maior esforço para manutenção dos níveis corporais de temperatura e umidade também, gerando sensação desconforto ou estresse. Além disso, é importante atentar com a disponibilidade hídrica, sendo que maior entrada de energia no sistema faz com que possivelmente intensifique a evapotranspiração, alterando o balanço hídrico.

Questão essa, importante quanto ao abastecimento humano, saneamento básico, irrigação, produção industrial, produção energia elétrica, entre muitos outros relacionados. Devida atenção deve ser dada durante a estação seca, principalmente aos fins da estação seca e início da chuvosa, em que a água precipitada possa retornar aos reservatórios, contemplando as etapas do ciclo hidrológico.

A distribuição sazonal da chuva fica evidente quando da aplicação do Método da Contagem de dias com e sem chuva para os meses dos anos da série. A partir do mês de novembro é que se tem maior número de dias com chuva do que dias sem chuva, estendendo esse padrão até o mês de março. A partir de abril, as chuvas começam a ocorrer com menor frequência, fazendo com que se tenham mais dias sem chuva do que dias com registro de precipitação. A partir de maio, poucos são os dias com chuva durante os meses, começando a inverter o quadro no mês de outubro.

Analizando o mês de outubro, mês de transição para a estação chuvosa, houve algumas ocorrências esporádicas de anos em que teve mais dias com chuva do que sem chuva nesse mês. A última ocorrência desse tipo aconteceu no ano de 2006, culminando no ano de 2014, em que precipitações de 24 horas foram registrados apenas em 2 dias do mês. A partir disso, pode estar ocorrendo um processo de atraso do início das chuvas para a cidade, passando a ocorrer com maior frequência no mês de novembro – e as vezes até o mês de dezembro -, marcado assim o início da estação chuvosa.

Concernente às quantidades de dias sem chuva no bimestre Dezembro/Janeiro - meses característicos da estação chuvosa, que percebem os maiores volumes pluviométricos e contribuem significativamente para o volume anual precipitado – a partir dos anos 2010, com maior frequência estão ocorrendo sequências de dias sem chuva (valor empírico adotado de 1 mm ocorrido em 24 horas, se não há registro de pelo menos 1 mm em dois dias consecutivos, é considerada uma sequência de dias sem chuva). Somado a isso, foi constatado que as sequências de dias sem chuva para os meses de dezembro/janeiro estão aumentando.

Valores de precipitações totais anuais vem ocorrendo abaixo da média (1507,0 mm) desde o ano de 2009. Associando esses 3 fatos: maior frequência de sequências de dias sem chuva; sequências mais longas de dias sem chuva; e redução sensível do volume precipitado nos meses de dezembro e janeiro, pode-se inferir que a manutenção de elevados

alturas pluviométricas nos referidos meses às chuvas intensas, em que são precipitados grandes volumes de água concentradas em pouco tempo de duração.

Pelo método da curva de permanência, de maneira geral, foram corroboradas as análises realizadas quando no ato da estatística descritiva. Para a temperatura média, os extremos máximos tiveram maior frequência de ocorrência nos anos 2000, além de aumento nos limites dos intervalos que caracterizam um extremo. Os extremos de temperatura máxima e mínima tiveram maior ocorrência no 7Q, ou seja, nos últimos anos da análise concentraram maior grande quantidade de eventos extremos, com aumento nos limites dos intervalos de ocorrência para as duas variáveis.

A partir do exposto, depreende-se que a partir dos anos 2000, com maior frequência, permanecem dias com temperaturas máximas e mínima mais elevadas, fazendo com que ao longo do tempo pode ser verificado um novo padrão de amplitude das temperaturas mínimas e máximas mais elevado e, elevando os limites inferiores e superiores da temperatura, fazendo com que haja elevação também cada vez maiores para as temperaturas médias.

Referente às curvas de permanência da umidade relativa do ar não há um padrão bem definido sobre as ocorrências de extremos mínimos de umidade relativa média e nem para a umidade relativa mínima. Entretanto, para os extremos máximos de umidade relativa média, houve aumento significativo dos extremos a partir dos anos 2000. Apesar de não apresentar padrão de frequência de ocorrência na umidade mínima, é possível verificar uma diminuição dos limites inferiores e superiores do intervalo de ocorrência dos extremos.

Para a precipitação, as ocorrências de extremos foram elevadas durante todo o período analisado, entretanto, houve uma elevação dos valores dos intervalos, chegando a precipitar o volume recorde de 147 mm no 5Q. Devido aos limites do intervalo estar muito elevado, foi o quinquênio que menos registrou a ocorrência de extremos. A maior frequência de extremos ocorreu no 7 Q, com valores menores de intervalo.

A estimativa das relações entre a Intensidade, Duração e Frequência das chuvas de Uberlândia-MG mostraram que, para as precipitações máximas, as maiores intensidades (mm/h) de chuva ocorrem em curta duração (horas) para períodos de retorno mais longos. Também foram verificados maiores volumes de precipitação para maiores durações (horas) e períodos de retornos mais longos.

A equação geral das chuvas intensas de Uberlândia-MG, para o período de 1981 a 2015 foi a seguinte:

$$I = \frac{330,4083 * T^{0,1452}}{t^{0,6164}}$$

Onde:

I – Intensidade da chuva (mm/h);

T – Período de Retorno (anos);

t – Duração (horas).

Considerando o cenário de sensível redução no volume de chuvas anual, com atraso no início da estação chuvosa, maior frequência e magnitude das sequências de dias sem chuva no bimestre dezembro/janeiro (meses representativos da estação chuvosa) e intensificação de frequência de ocorrência de extremos de precipitação, são esperados diminuição da permanência da estação chuvosa, com menos dias com chuva. Entretanto chuvas mais intensas, que garantem a manutenção dos elevados totais pluviométricos anuais.

Devido à estimativa desse cenário, deve-se atentar sobretudo pelo potencial gerador de desastres dessas chuvas intensas e concentradas, tais como deslizamentos, enchentes, inundações, causando perdas materiais e danos ambientais. Tendo em mãos as análises realizadas nesse trabalho, bem como a produção da Equação de Chuvas intensas e gráfico de IDF, podem contribuir muito quando no ato da gestão urbana, planejamento das obras públicas e de infraestrutura, seja para contenção/minimização de problemas decorrente desses eventos, como ações mitigadoras.

Por fim, sugere-se entender melhor o regime climático da cidade de Uberlândia-MG, podendo ser aplicados métodos e análises diversas, tais como avaliação do campo médio da atmosfera que proporcionam os eventos mais significativos de precipitação e averiguar possíveis mudanças no padrão médio atmosférica ao longo das séries históricas; estimar relação e comparação dos desastres decorridos das chuvas intensas no município averiguando se houve alteração dos limites de intervalo de precipitação causadores de impactos ao longo da série histórica, entre muitas outras possibilidades de análise e aplicação.

## 7. REFERÊNCIAS

---

ABREU, M. L. Climatologia da Estação Chuosa de Minas Gerais: de Nímer (1977) à Zona de Convergência do Atlântico Sul. **Revista Geonomos**, v. IV, n. 2, Dez de 1998.

ABREU, M. L. de; BARROSO, T. P. Caracterização climática dos ventos associados a eventos de precipitação extrema em Belo Horizonte-MG. X Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. **Anais...** Rio de Janeiro: 2003 Disponível em: <<http://www.cibergeo.org/XSBGFA/eixo3/3.4/019/019.htm>>. Acesso em: 02 de agosto de 2017.

AB'SABER, A. N. Contribuição à geomorfologia da área dos cerrados. In: **Simpósio sobre o cerrado**. São Paulo, EDUSP, 1972. P. 97-105.

ASSAD, E. D. et. al., Veranicos na região dos cerrados brasileiros: frequência e probabilidades de ocorrência. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v. 28, n. 9, p. 993-1003, set/1993.

AYOADE, J. O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. 11 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006.

BACCARO, C. A. D. Estudos geomorfológicos do município de Uberlândia. **Sociedade & Natureza**. Ano 1, v. 1. Jun/1989, p. 17-21.

BACCARO, C. A. D. et. al. Mapa geomorfológico do Triângulo Mineiro: uma abordagem morfoestrutural-escultural. **Sociedade & Natureza**, ano 13, v. 25, jan/dez 2001, p. 115-127.

BACK, A. J.; OLIVEIRA, L. R.; HENN, A. Relações entre precipitações intensas de diferentes durações para desagregação da chuva diária em Santa Catarina. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16. n. 4, p. 391-398, 2012.  
<https://doi.org/10.1590/S1415-43662012000400009>

BALEN, D. S.; SANCHES, F. O. Tendência das chuvas diárias no Alto Uruguai gaúcho entre 1975-2013. In: ROSA, K. K.; SPINELLI, J. (Org). **Geografias da "Fronteira Sul": construindo e compartilhando experiências**. NETAP/UFFS, 2014.

BARRY, R. G.; CHORLEY, R. J. **Atmosfera, tempo e clima**. 9 ed. Porto Alegre: Bookman, 2013, 512 p.

**Bastos, C.; Ferreira, N.** Análise Climatológica da Alta Subtropical do Atlântico Sul. In: XI Congresso Brasileiro de Meteorologia. Anais do XI Congresso Brasileiro de Meteorologia. **Anais...** Rio de Janeiro, p. 612-619, 2000.

BERNARD, M. M. Formulas for rainfall intensities of long durations. **Trans. ASCE**, v. 96, 1932. p. 592– 624.

BORSATO, V. **A dinâmica climática do Brasil e as massas de ares**. Curitiba: CRV, 2016.

BORSATO, V. A.; FILHO, E. E. S. A participação dos sistemas atmosféricos atuantes na bacia do rio paraná no período 1980 a 2003. **Revista Brasileira de Climatologia**. Ano 6. V. 7. Setembro/2009. p. 83-102.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Projeto RADAMBRASIL: **Levantamento de recursos naturais**: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Folha SE. 22, Goiânia, vol. 31. Rio de Janeiro, 1983, 768 p.

CAMPOS, A. R., et al. Equações de intensidade-duração-frequência de chuvas para o estado do Piauí. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, n. 3, p. 488-498, jul/set de 2014.

CAMPOS-ARANDA, D. F. **Cálculo de las Curvas Intensidad-Duración-Período de Retorno, a partir de Registros de Lluvia Máxima en 24 horas y Relaciones Duración-Lluvia Promedio**. Subdirección Regional Noreste de Obras Hidráulicas e Inginiería Agrícola para el Desarrollo Rural. San Luis Potosí, Septiembre 1978. 25 p.

CARRIJO, B. R.; BACCARO, C. A. D. Análise sobre a erosão hídrica na área urbana de Uberlândia(MG). **Caminhos de Geografia**, v. 2, n. 2, fev/2001, p. 70-83.

CAVALCANTI, I. F. A. et al. (orgs). **Tempo e Clima no Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009.

CHECHI, L.; SANCHES, F. O. O uso do Índice de Anomalia de Chuva (IAC) na avaliação do fenômeno do El Niño Oscilação Sul (ENOS) no Alto Uruguai Gaúcho entre 1952-2012. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 6, n. 6, 2013. p. 1586-1597.  
<https://doi.org/10.5935/1984-2295.20130054>

CHOW, V. T.; MAIDMENT, D. R.; MAYS, L. W. **Hidrología aplicada.** Editora Mc Graw-Hill. Bogotá, Colômbia, 1994.

CRUZ, J. C. **Disponibilidade hídrica para outorga: avaliação de aspectos técnicos e conceituais.** 2001. 199 p. Tese (Doutorado em Engenharia de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental). Instituto de Pesquisas Hidráulicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

CRUZ, J. C.; TUCCI, C. E. M. Estimativa da disponibilidade hídrica através da curva de permanência. **RBRH - Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 13, n. 1. Jan-mar/2008. p. 111-124.

DANCEY, C. P.; REIDY, J. **Estatística sem matemática para psicologia:** usando SPSS para Windows.3 ed. Tradução: Lori Viali. Porto Alegre: Artmed, 2006.

DIAS, M. A. F. S. **Complexos Convectivos de Mesoescala sobre a região sul do Brasil.** Disponível em: <[http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/cliesp10a/mcc\\_cli.html](http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/cliesp10a/mcc_cli.html)>. Acesso em 02/08/2017.

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, 2012. p. 265-269.

FERNANDES, E. M. G. P. **Estatística aplicada.** Braga: [?], 1999. Disponível em: <<http://www.norg.uminho.pt/emgpf/documentos/Aplicada.pdf>>. Acesso em agosto de 2017.

FOLI, A. C. A. **Análise do campo termo-higrométrico da cidade de Ituiutaba-MG:** uma contribuição aos estudos de clima urbano. Monografia (Graduação em Geografia). 132 p. Faculdade de Ciências Integradas do Pontal, Universidade Federal de Uberlândia. Ituiutaba, 2017.

IGAM – Instituto Mineiro de Gestão das Águas. **Resolução Conjunta SEMAD-IGAM nº 1548, de 29 de março 2012.** Dispõe sobre a vazão de referência para o cálculo da disponibilidade hídrica superficial nas bacias hidrográficas do Estado de Minas Gerais. Publicado no Diário do Executivo "Minas Gerais" em 31/03/2012. Belo Horizonte, 2012. Disponível em: <<http://www.igam.mg.gov.br/images/stories/CTIG/4-r-c-semad-igam-no-1548-versao-publicada.pdf>>. Acesso em outubro de 2017.

KITE, G. W. Frequency and risk analyses in hidrology. Littleton, Colorado: **Water Resources publications**, 1988, 257 p.

KÖPPEN, W. **Das geographisca System der Klimate**. Gebr, Borntraeger, 1936, p. 1-44.

LAMBERT, D. M.; COOPER, M. C.; PAGH, J. D. Supply Chain Management: Implementation Issues and Research Opportunities. **The International Journal of Logistics Management**, vol.9, nº2, 19 p., 1998.

LOMBARDO, M. A. Mudanças climáticas recentes e ação antrópica. **Revista do Departamento de Geografia**. São Paulo, v. 8, p. 29-34, 1994.

MACHADO, M. A. de M.; SILVA, E. D. B. Estimativa de chuvas intensas para o oeste de Minas Gerais e o entorno do reservatório da usina hidrelétrica de Furnas. **Conexão Ciência (Online)**, v. 6, n. 2, p. 01-12, 2011

MACIEL, S. A.; OLIVEIRA, L. A. Análise do comportamento de temperaturas médias e máximas diárias, por meio de curvas de permanência, período de 1970 a 2015, da cidade de Juiz de Fora-MG. In: Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica, 12., 2016, Goiânia(GO), **Anais**, p. 70-81.

MACIEL, S. A.; OLIVEIRA, L. A. Curvas de intensidade, duração e frequência (IDF) para a cidade de Patos de Minas- (MG) do período de 1969 a 2014. In: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 21., 2015, Brasília-DF, **Anais**, p. 1-8.

MARENGO, J. A. Água e mudanças climáticas. **Estudos Avançados**, n. 22 v. 63, 2008, p. 83-96.

<https://doi.org/10.1590/S0103-40142008000200006>

MATO GROSSO. Secretaria de Estado de Meio Ambiente. Conselho Estadual de Recursos Hídricos. **Resolução no 27, de 9 de julho de 2009**. Estabelece os critérios técnicos a serem aplicados nas análises dos pedidos de outorga de captação superficial, quanto à disponibilidade hídrica, ao uso racional da água e à garantia de seus usos múltiplos. Cuiabá: CEHIDRO, 2009. Disponível em: <<http://supremoambiental.com.br/wp-content/uploads/2014/10/Resolu%C3%A7%C3%A3o-n-027-CEHIDRO-2009-Crit%C3%A9rios-T%C3%A9cnicos-Sobre-Outorgas-Superficiais-em-MT-1.pdf>>. Acesso em outubro de 2017.

MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. **ClimAtologia**: noções básicas e climas do Brasil. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

MOHYMONT, B.; DEMAR'EE, G. R.; FAKA, D. N. Establishment of IDF-curves for precipitation in the tropical área of Central Africa – comparison of techniques and results. **Natural Hazards and Earth System Science**, v. 4, n. 3, pp.375-387, 2004. <https://doi.org/10.5194/nhess-4-375-2004>

MORETTIN, P. A.; BUSSAB, W. O. **Estatística Básica**. 5 ed. São Paulo: Saraiva, 2004.

MORUZZI, R. B.; OLIVEIRA, S. C. de. Relação entre intensidade, duração e frequência de chuvas em Rio Claro, SP: métodos e aplicação. **Teoria e Prática na Engenharia Civil**, v. 9, n. 13, p. 59-68, maio/2009.

NAGHETTINI, M.; Pinto, E. J. A. **Hidrologia Estatística**. Belo Horizonte: CPRM, 2007.

NASCIMENTO, T. S. et. al. Preenchimento de falhas em banco de dados pluviométricos com base em dados do CPC (Climate Prediction Center): estudo de caso do rio Solimões – Amazonas. **Revista Brasileira de Climatologia**. V. 7, n. 6, 2010. p. 143-158.

NERILO, N. **Pluviometria e chuvas intensas no estado de Santa Catarina**. 174 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1999.

NÍMER, E. Circulação atmosférica do Brasil: contribuição ao estudo da climatologia do Brasil. **Rev. Bras. Geografia**, 28 (3); jul./set., 1966. p. 232-250.

NÍMER, E. **Climatologia do Brasil**. 2 ed. Rio de Janeiro: IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 1989.

NISHIYAMA, L. Geologia do município de Uberlândia e áreas adjacentes. **Sociedade & Natureza**. Ano 1, vol. 1. Jun/1989, p. 09-16.

NOVAIS, G. T. **Caracterização climática da mesorregião do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba e do entorno da Serra da Canastra (MG)**. 175 f. Dissertação (Mestrado em Geografia). Instituto de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2011.

OLIVEIRA, L. A. **O sistema Aquífero Bauru na região de Araguari/MG: parâmetros dimensionais e propostas de gestão.** 120 f. Dissertação (Mestrado em Geologia). Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, Brasília, 2002.

OLIVEIRA, L. A.; CAMPOS, J. E. G. Sequência conglomerática do Membro Araguari – Grupo Bauru – Norte do Triângulo Mineiro. **Geociências (São Paulo).** V. 22, n. 1. p. 43-51, 2003.

<https://doi.org/10.11606/issn.2448-1769.mag.2003.64467>

OLIVEIRA, L. F. C. de; et. al. Modelos de predição de chuvas intensas para o estado do Mato Grosso, Brasil. **Revista Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science:** v. 6, n. 3, p. 274-290, 2011.

PEZZI, L. P. ; ROSA, M. B. ; BATISTA, N. N. M. . A Corrente de Jato Subtropical na América do Sul. In: Climanálise. (Org.). **Climanálise Especial - Edição Comemorativa de 10 Anos.** 1 ed. Cachoeira Paulista - SP: CPTEC/INPE, 1996. Disponível em: <<http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/cliesp10a/jatclim.html>>. Acesso em: 02 de agosto de 2017.

QUADRO, M. F. L., **Estudo de episódios de zonas de convergência do Atlântico Sul (ZCAS) sobre a América do Sul.** 97 f. Dissertação de Mestrado, INPE, São José dos Campos (SP), 1994.

QUEIROZ, L. L.; OLIVEIRA, L. A.; PIRES, G. A. C. Análise das curvas de permanência das temperaturas médias e máximas da cidade de Araxá-MG, período de 1980 à 2015. In: Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica, 12., 2016, Goiânia(GO), **Anais**, p. 59-69.

REBOITA, M. S. et al. Regimes de precipitação na América do Sul: uma revisão bibliográfica. **Revista Brasileira de Meteorologia,** v.25, n.2, 2010, p. 185 – 204.  
<https://doi.org/10.1590/S0102-7786201000200004>

REBOITA, M. S; KRUSCHE, N; AMBRIZZI, T; ROCHA, R. P. da. Entendendo o Tempo e o Clima na América do Sul. **Terra e Didática**, nº 08, vol. 1, 2012, p. 34- 50.

ROSS, J. L. S. - O registro cartográfico dos fatos Geomórficos e a questão da taxonomia do relevo. **Revista do Departamento de Geografia/FFLCH/USP**, n.º 6, 17-29, 1992.

SANTOS, V. J. dos; FIALHO, E. S. Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) e impactos pluviais intensos: o caso da cidade de Ubá/MG. **Revista Brasileira de Climatologia**. Ano 12. v. 19. - Jul/Dez 2016. p. 218-238.

SCOLAR, J.; FIGUEIREDO, J.C. Análise das condições sinóticas associadas à formação de Complexos Convectivos de Mesoescala. In: VI CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, SBMET, **Anais...** v.2, p.457 – 461, 1990.

SERRA, A.; RATISBONNA, L. As massas de ar da América do Sul: 1<sup>a</sup> e 2<sup>a</sup> partes. **Revista Geográfica**. Rio de Janeiro: Instituto Panamericano de Geografia e História, n. 51-52, 1959-1960.

SILVA DIAS, M. A. F. Sistemas de Mesoescala e Previsão de Tempo à Curto Prazo. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.2, 1987, p. 133 – 150.

SILVA JÚNIOR, L. G. da. **Características das precipitações pluviométricas em Patos de Minas - MG**: análise da intensidade-duração-freqüência das chuvas. 56 p. Monografia (Graduação em Geografia) - Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia-MG, 2015.

SINDELAR, F.C.W.; CONTO, S. M. de; AHLERT, L. **Teoria e prática em estatística para cursos de graduação**. Lajeado (RS): Editora da Univates, 2014. 200 p.

SOUZA, R. R. et. al. Variações pluviométricas no Triângulo Mineiro-MG. **GEONORDESTE**, ano XX, n. 2. 2009. p. 179-201. Disponível em: <<https://seer.ufs.br/index.php/geonordeste/article/view/2462/2144>>. Acesso em: janeiro/2017.

SOUZA, R. O. R. de; et al. Equações de chuvas intensas para o estado do Pará. **Revista Brasileira de Engenharia agrícola e ambiental**, v. 16, n. 9, p. 999-1005, 2012. <https://doi.org/10.1590/S1415-43662012000900011>

STEINKE, E. T. **Climatologia Fácil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2012.

THEBALDI, M. S. Análise estatística da precipitação máxima diária anual da cidade de Uberaba e vazão mínima diária anual do Rio Uberaba. **Revista Agrogeoambiental**, v. 4, n. 3, dez/2012, p. 1-10.

TUCCI, C. E. M. (org). **Hidrologia**: ciência e aplicação. 3 ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS/ABRH, 2004.

VAREJÃO-SILVA, M. A. **Meteorologia e Climatologia**. Versão Digital 2. Recife (PE), 2006. 449 p.

VIANA, D. R.; AQUINO, F. E.; MUÑOZ, V. A. Avaliação de desastres no Rio Grande do Sul associados a Complexos Convectivos de Mesoescala. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 21, a. 2, p. 91-105, ago. 2009.

VIANELLO, R. L; MAIA, L. F. P. G. Estudo preliminar da climatologia dinâmica do estado de Minas Gerais. In: **IV Congresso Brasileiro de Meteorologia**, Brasília, 1986. Disponível em: <<http://www.cbmets.com/cbm-files/15-b54829593da3f5d6971afaabdf515ca.pdf>>. Acesso em: 02 de agosto de 2017.

WEISS, L. L. Ratio of true to fixed-interval maximum rainfall. **Journal of Hydraulics Division**, v. 90, p.77-82, 1964.

WILKS, D. S. **Statistical methods in the atmospheric sciences**. 2 ed. New York (NY): Academic Press, 2006.

YNOUE, R. Y. et al. **Meteorologia**: noções básicas. São Paulo: Oficina de Textos, 2017.

## 8. ANEXOS

---

8.1. ANEXO A - Tabela sobre as temperaturas da cidade de Uberlândia-MG de 1981-2015.

Tabela 55 - Médias das temperaturas máxima, média e mínima, e máximos e mínimos absolutos mensais da cidade de Uberlândia-MG de 1981-2015

1981													
	MESES	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
<b>Máxima</b>	Máxima	31.6	32.6	35.0	30.8	29.4	27.8	28.4	33.6	35.2	32.6	31.4	32.8
	Média	28.7	30.5	29.8	28.4	27.3	24.8	24.7	28.9	31.1	28.8	28.2	28.3
<b>Mínima</b>	Mínima	16.0	17.2	17.8	13.4	12.0	7.4	1.0	10.8	11.0	14.6	17.2	17.4
	Média	19.4	18.9	20.0	17.2	15.4	12.6	10.7	14.4	16.9	18.2	19.0	19.1
<b>Média</b>	Máxima	25.1	25.6	26.8	23.7	22.2	20.4	19.8	24.9	26.4	25.4	24.8	26.1
	Mínima	19.5	22.2	20.8	18.6	17.9	12.3	9.0	17.5	18.0	19.9	19.8	19.8
	Média	23.0	23.7	23.8	21.9	20.1	17.5	16.7	20.7	23.1	22.5	22.7	22.8
1982													
	MESES	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
<b>Máxima</b>	Máxima	32.4	32.0	31.4	31.4	29.4	29.6	28.8	32.0	32.2	33.6	33.8	31.2
	Média	27.1	29.6	28.4	27.3	25.9	26.4	26.7	28.1	29.7	29.5	30.9	27.8
<b>Mínima</b>	Mínima	17.2	17.4	16.6	14.0	10.2	12.4	12.0	13.2	13.2	13.6	17.2	15.2
	Média	18.9	19.0	19.3	16.6	14.3	15.5	14.0	16.0	17.1	18.4	19.4	18.6
<b>Média</b>	Máxima	24.8	25.0	24.9	24.4	21.6	21.7	21.2	23.4	25.4	26.1	26.5	24.6
	Mínima	20.0	20.6	20.6	17.6	16.2	17.0	17.3	17.6	19.7	19.1	21.1	19.6
	Média	21.9	23.3	22.7	21.0	19.0	19.8	19.0	21.1	22.5	23.2	24.0	22.4
1983													
	MESES	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
<b>Máxima</b>	Máxima	31.8	32.4	32.8	31.8	29.8	29.4	30.6	32.0	31.8	31.6	32.4	30.8
	Média	27.7	29.0	28.7	28.8	27.5	27.2	27.3	28.5	28.0	27.7	28.1	27.3
<b>Mínima</b>	Mínima	17.8	18.0	15.6	15.8	15.2	14.2	12.0	5.8	13.6	15.4	17.2	17.0
	Média	19.5	19.4	18.8	19.0	17.8	16.7	16.1	14.0	17.5	18.1	18.6	18.7
<b>Média</b>	Máxima	24.8	25.5	25.4	24.4	23.8	22.5	22.6	23.1	23.6	24.6	25.5	24.4
	Mínima	20.0	19.8	18.9	19.2	18.1	17.7	14.6	13.0	18.3	18.0	20.0	19.1
	Média	22.7	23.3	22.6	22.6	21.4	20.4	20.2	20.1	22.9	22.0	22.5	21.9
1984													
	MESES	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
<b>Máxima</b>	Máxima	34.6	33.6	32.8	31.2	30.0	29.2	30.0	33.6	32.8	34.6	34.8	-
	Média	30.7	31.1	30.6	28.2	28.7	27.6	27.4	27.5	27.9	32.2	30.2	-

<b>Mínima</b>	Mínima	15.8	17.4	18.2	15.0	14.4	12.2	9.4	7.8	10.0	15.4	17.0	-
	Média	19.1	19.3	19.6	17.9	16.9	14.4	14.5	17.2	15.6	19.0	19.0	-
	Máxima	26.5	26.0	25.8	23.9	23.4	21.8	22.8	24.7	24.5	27.2	27.6	24.6
<b>Média</b>	Mínima	20.6	21.0	22.3	18.4	20.2	18.3	16.4	15.4	16.9	19.4	20.0	21.2
	Média	23.9	24.3	23.8	22.0	21.7	19.8	19.7	20.7	20.7	23.9	23.7	22.6
<b>1985</b>													
	<b>MESES</b>	<b>Jan</b>	<b>Fev</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>Mai</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Set</b>	<b>Out</b>	<b>Nov</b>	<b>Dez</b>
<b>Máxima</b>	Máxima	31.2	33.4	32.4	30.8	30.2	29.4	29.4	33.4	-	35.0	35.6	34.2
	Média	27.7	30.6	29.6	28.7	28.2	25.1	25.9	29.5	-	31.0	29.3	29.3
<b>Mínima</b>	Mínima	17.0	17.6	18.4	14.2	12.0	2.0	7.4	8.4	-	16.2	14.6	15.0
	Média	19.3	19.5	19.6	18.2	15.8	10.5	11.9	15.1	-	18.6	18.9	18.9
	Máxima	25.2	27.4	26.0	24.3	23.0	20.2	21.5	25.6	26.1	27.0	27.4	26.3
<b>Média</b>	Mínima	20.8	21.4	21.5	19.8	18.4	11.0	13.8	14.5	19.7	20.8	21.2	19.9
	Média	22.6	24.3	23.4	22.5	20.9	17.0	17.9	21.2	23.2	24.2	23.3	23.2
<b>1986</b>													
	<b>MESES</b>	<b>Jan</b>	<b>Fev</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>Mai</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Set</b>	<b>Out</b>	<b>Nov</b>	<b>Dez</b>
	Máxima	24.8	25.4	24.8	25.0	24.2	21.0	22.5	23.4	26.3	26.2	27.0	26.0
<b>Média</b>	Mínima	20.6	20.1	20.2	20.7	16.8	14.6	15.9	17.0	17.8	18.3	16.6	18.8
	Média	23.1	23.0	23.0	23.3	21.7	19.1	18.8	21.4	22.1	23.0	23.5	22.5
<b>1987</b>													
	<b>MESES</b>	<b>Jan</b>	<b>Fev</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>Mai</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Set</b>	<b>Out</b>	<b>Nov</b>	<b>Dez</b>
	Máxima	26.6	25.8	25.0	25.4	-	23.8	22.9	25.5	27.7	29.6	26.5	-
<b>Média</b>	Mínima	21.2	19.3	18.9	19.0	-	16.1	13.6	17.3	19.3	21.0	19.9	-
	Média	23.5	23.1	22.8	22.9	-	19.8	20.9	22.8	23.9	25.2	23.2	-
<b>1988</b>													
	<b>MESES</b>	<b>Jan</b>	<b>Fev</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>Mai</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Set</b>	<b>Out</b>	<b>Nov</b>	<b>Dez</b>
	Máxima	27.2	25.5	25.7	24.4	23.6	21.7	20.9	25.3	28.2	26.6	25.5	-
<b>Média</b>	Mínima	19.9	21.6	21.2	22.0	15.3	13.2	14.1	15.5	20.9	19.8	18.0	-
	Média	24.7	23.4	23.4	23.4	21.9	18.9	18.2	20.9	24.5	23.0	22.8	-
<b>1989</b>													
	<b>MESES</b>	<b>Jan</b>	<b>Fev</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>Mai</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Set</b>	<b>Out</b>	<b>Nov</b>	<b>Dez</b>
	Máxima	25.7	25.6	25.4	25.2	24.4	22.1	23.6	25.3	25.9	26.9	26.2	24.7
<b>Média</b>	Mínima	20.5	21.5	21.2	20.6	15.8	16.8	15.9	17.2	17.8	20.6	17.9	19.9
	Média	23.2	23.2	23.5	23.4	20.1	19.9	19.0	20.8	23.0	23.4	22.8	21.8
<b>1990</b>													
	<b>MESES</b>	<b>Jan</b>	<b>Fev</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>Mai</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Set</b>	<b>Out</b>	<b>Nov</b>	<b>Dez</b>
<b>Máxima</b>	Máxima	-	-	32.8	33.2	30.4	30.0	30.8	32.4	33.8	35.6	35.4	32.8
	Média	-	-	30.2	30.0	27.1	27.0	25.9	27.8	28.7	30.9	31.6	30.1
<b>Mínima</b>	Mínima	-	-	17.0	17.2	5.8	6.6	6.4	10.2	8.6	16.4	17.0	17.2
	Média	-	-	19.4	19.1	14.9	13.5	13.7	15.1	15.8	19.1	19.9	19.6



MESES		Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
<b>Máxima</b>	Máxima	34.2	33.4	33.8	31.2	31.0	29.4	30.2	34.6	36.2	36.4	33.4	33.0
	Média	30.2	29.5	30.4	28.8	27.6	26.7	27.8	31.2	31.1	31.2	29.3	29.3
<b>Mínima</b>	Mínima	18.6	18.2	17.4	12.0	10.2	10.4	12.6	13.0	11.6	14.4	16.0	17.6
	Média	20.1	19.4	19.5	17.8	16.1	14.1	15.2	16.3	17.3	18.7	18.6	19.5
<b>Média</b>	Máxima	26.0	25.6	25.3	24.3	23.9	21.2	22.6	25.4	27.1	28.1	26.1	25.1
	Mínima	21.9	21.6	21.3	19.3	16.9	16.7	18.6	20.7	19.1	19.9	20.1	21.4
	Média	24.4	23.3	23.9	22.5	20.9	19.1	20.5	22.6	23.3	24.0	23.3	23.4
<b>1996</b>													
MESES		Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
<b>Máxima</b>	Máxima	34.0	33.2	31.5	33.0	30.0	30.0	31.0	33.0	34.0	33.0	33.0	33.3
	Média	30.3	30.9	29.1	29.5	27.5	26.3	27.7	29.4	28.7	30.5	27.4	29.8
<b>Mínima</b>	Mínima	18.2	18.8	18.5	15.0	13.0	4.4	8.2	13.0	15.0	17.0	17.0	15.5
	Média	19.6	20.1	20.8	18.6	16.7	14.4	13.8	17.4	18.3	20.6	20.1	19.5
<b>Média</b>	Máxima	26.6	26.7	26.3	26.9	22.8	22.3	22.9	27.3	26.8	26.8	28.2	26.3
	Mínima	20.5	22.7	21.7	21.1	18.9	7.9	14.5	19.8	17.8	21.7	19.5	20.9
	Média	23.9	24.5	24.1	23.4	21.2	19.1	20.2	22.7	22.8	24.8	23.2	23.9
<b>1997</b>													
MESES		Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
<b>Máxima</b>	Máxima	32.6	33.6	32.0	31.8	29.9	29.0	29.5	32.8	36.4	36.6	36.2	35.6
	Média	29.1	30.6	28.9	28.4	26.5	25.6	27.2	29.8	33.1	32.3	31.9	30.4
<b>Mínima</b>	Mínima	17.2	16.8	13.0	15.0	11.4	4.6	10.5	9.8	14.8	15.0	16.4	17.8
	Média	18.7	18.7	18.4	16.8	15.1	13.9	14.2	15.0	19.2	19.7	19.9	20.0
<b>Média</b>	Máxima	25.2	27.4	25.1	25.0	23.5	22.6	22.1	25.4	28.6	30.4	29.0	27.9
	Mínima	20.5	19.7	16.6	18.9	17.4	11.8	17.8	16.2	22.7	21.3	22.3	21.6
	Média	22.9	23.9	22.8	22.1	20.2	19.2	20.4	21.9	25.5	25.3	25.2	24.2
<b>1998</b>													
MESES		Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
<b>Máxima</b>	Máxima	35.6	35.0	34.6	33.8	31.2	31.0	35.0	37.0	36.0	37.5	36.2	36.0
	Média	31.2	31.4	31.9	31.1	28.0	28.2	29.7	30.8	31.6	31.2	30.1	30.1
<b>Mínima</b>	Mínima	14.8	19.4	18.5	15.8	11.6	8.0	10.7	13.2	14.0	15.0	17.0	16.8
	Média	20.2	20.5	20.8	19.4	15.6	14.6	14.9	17.0	18.9	18.9	19.0	19.5
<b>Média</b>	Máxima	27.6	27.0	27.6	26.6	23.8	22.6	23.7	25.6	28.0	27.8	27.1	26.2
	Mínima	17.2	22.5	22.9	20.3	16.6	16.6	17.3	18.1	20.1	20.7	20.4	22.1
	Média	24.3	25.0	25.3	24.4	20.9	20.6	21.4	23.1	24.8	24.1	24.0	23.9
<b>1999</b>													
MESES		Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
<b>Máxima</b>	Máxima	35.0	34.0	34.0	32.7	30.0	31.0	32.0	33.0	34.5	35.0	35.0	33.0
	Média	30.3	30.7	29.9	29.6	26.6	27.5	27.4	27.8	30.0	31.0	29.1	29.1
<b>Mínima</b>	Mínima	18.0	18.0	17.5	7.6	6.0	8.3	13.4	6.4	12.9	11.2	13.4	17.4



<b>2004</b>													
<b>MESES</b>		<b>Jan</b>	<b>Fev</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>Mai</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Set</b>	<b>Out</b>	<b>Nov</b>	<b>Dez</b>
<b>Máxima</b>	Máxima	31.2	31.2	31.4	31.0	30.2	27.2	29.6	34.0	35.1	35.9	34.4	32.4
	Média	28.6	28.1	29.2	28.4	26.9	25.7	25.7	29.3	32.9	30.9	30.0	28.7
<b>Mínima</b>	Mínima	17.4	18.0	12.2	15.0	10.8	10.4	10.0	11.6	11.9	15.2	13.8	17.6
	Média	20.4	19.8	19.1	18.9	16.5	14.8	14.4	16.2	18.2	19.6	19.6	20.1
<b>Média</b>	Máxima	26.0	25.3	26.0	25.2	23.9	21.2	22.1	26.6	27.7	28.2	27.0	25.8
	Mínima	20.3	21.3	21.8	21.0	15.0	15.3	14.9	17.5	21.9	21.1	20.2	20.5
	Média	23.9	23.2	23.5	22.9	20.9	19.4	19.2	22.1	25.3	24.3	24.0	23.7
<b>2005</b>													
<b>MESES</b>		<b>Jan</b>	<b>Fev</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>Mai</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Set</b>	<b>Out</b>	<b>Nov</b>	<b>Dez</b>
<b>Máxima</b>	Máxima	31.5	33.0	31.2	32.2	30.0	29.8	30.2	34.2	35.8	37.0	33.2	32.2
	Média	29.0	30.3	29.2	29.8	27.3	26.1	26.6	29.5	30.4	32.8	28.2	27.7
<b>Mínima</b>	Mínima	18.0	15.2	18.3	16.0	9.4	9.8	10.8	9.8	15.6	16.0	17.8	12.9
	Média	20.2	19.9	20.6	19.6	16.3	15.3	14.8	16.7	19.1	20.9	19.6	18.9
<b>Média</b>	Máxima	25.7	27.2	26.1	26.2	23.7	22.9	22.7	27.2	27.1	29.0	26.1	26.0
	Mínima	21.6	22.3	20.5	20.7	18.6	18.4	14.8	16.6	20.0	16.4	20.5	19.5
	Média	23.8	24.7	24.1	24.3	21.4	20.4	20.0	22.1	23.9	25.7	23.1	22.7
<b>2006</b>													
<b>MESES</b>		<b>Jan</b>	<b>Fev</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>Mai</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Set</b>	<b>Out</b>	<b>Nov</b>	<b>Dez</b>
<b>Máxima</b>	Máxima	35.2	33.0	31.0	31.0	29.0	28.0	30.7	32.5	34.0	33.0	33.0	31.0
	Média	30.0	29.7	28.1	28.0	26.5	25.7	26.8	29.6	28.9	27.8	28.1	28.1
<b>Mínima</b>	Mínima	18.0	18.6	18.5	15.5	11.0	9.0	12.0	10.5	9.0	17.4	13.0	18.1
	Média	20.3	20.2	20.2	19.1	14.3	14.7	15.0	16.9	17.1	19.0	18.8	19.8
<b>Média</b>	Máxima	29.2	26.5	25.7	25.2	22.4	21.9	23.7	25.3	26.4	26.7	26.9	25.9
	Mínima	20.7	21.8	21.0	20.2	17.4	17.2	18.5	19.0	15.0	20.3	18.4	20.9
	Média	24.5	24.3	23.7	23.1	20.0	19.8	20.5	22.9	22.6	23.0	23.2	23.5
<b>2007</b>													
<b>MESES</b>		<b>Jan</b>	<b>Fev</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>Mai</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Set</b>	<b>Out</b>	<b>Nov</b>	<b>Dez</b>
<b>Máxima</b>	Máxima	31.0	31.0	33.0	-	30.8	30.0	31.0	34.0	35.5	36.5	32.5	32.2
	Média	28.4	28.8	30.0	-	27.4	27.3	27.1	28.8	31.7	32.0	29.2	28.8
<b>Mínima</b>	Mínima	18.6	18.7	19.0	-	8.5	10.4	9.0	12.2	14.9	16.5	17.5	17.8
	Média	20.0	20.0	20.4	-	16.5	15.0	15.1	15.6	18.6	19.9	19.3	19.5
<b>Média</b>	Máxima	25.7	26.0	26.2	26.5	24.9	22.5	23.8	24.8	28.0	28.8	26.0	27.1
	Mínima	21.4	22.0	22.7	21.5	13.9	16.1	14.7	19.7	22.0	19.7	21.1	19.3
	Média	23.5	23.8	24.9	23.7	21.3	20.7	20.5	21.8	24.6	25.3	23.8	23.8
<b>2008</b>													
<b>MESES</b>		<b>Jan</b>	<b>Fev</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>Mai</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Set</b>	<b>Out</b>	<b>Nov</b>	<b>Dez</b>
<b>Máxima</b>	Máxima	32.2	31.5	30.6	30.8	28.2	28.0	30.0	32.5	35.0	35.4	33.4	33.7
	Média	27.8	28.2	27.9	27.9	26.1	26.5	26.9	29.7	31.0	29.8	29.1	28.2
<b>Mínima</b>	Mínima	17.8	17.0	14.4	15.5	11.8	13.2	10.0	14.2	9.5	16.0	16.3	15.1
	Média	19.7	19.1	19.2	18.7	15.6	15.9	14.2	17.0	16.7	19.9	19.4	19.5

	Máxima	27.0	25.7	25.0	25.8	23.0	22.5	22.7	25.6	26.9	28.9	26.2	26.5
<b>Média</b>	Mínima	20.6	20.1	20.8	19.8	15.9	18.8	17.5	21.2	16.3	18.8	20.8	20.6
	Média	23.4	23.2	23.1	22.9	20.5	20.9	20.2	23.3	23.4	24.6	23.7	23.3
<b>2009</b>													
	<b>MESES</b>	<b>Jan</b>	<b>Fev</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>Mai</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Set</b>	<b>Out</b>	<b>Nov</b>	<b>Dez</b>
<b>Máxima</b>	Máxima	31.5	31.5	33.0	31.5	30.9	29.2	33.0	31.8	34.0	33.1	34.6	32.5
	Média	28.5	28.3	28.9	28.5	27.4	26.0	28.9	29.0	30.0	30.1	30.7	28.3
<b>Mínima</b>	Mínima	17.2	18.0	18.5	15.0	14.2	7.7	11.2	12.7	15.4	17.7	18.3	18.3
	Média	19.8	20.1	20.4	18.6	17.0	14.9	16.6	17.1	19.5	19.7	20.8	20.0
	Máxima	26.3	26.3	27.4	25.9	23.9	23.2	25.5	25.0	26.8	26.8	27.5	25.8
<b>Média</b>	Mínima	20.4	21.0	22.0	20.5	18.9	12.3	14.0	19.4	19.8	22.3	22.0	20.9
	Média	23.6	23.9	24.0	23.1	21.7	19.9	21.7	22.1	24.1	24.2	24.9	23.6
<b>2010</b>													
	<b>MESES</b>	<b>Jan</b>	<b>Fev</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>Mai</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Set</b>	<b>Out</b>	<b>Nov</b>	<b>Dez</b>
<b>Máxima</b>	Máxima	32.4	33.6	32.6	32.8	32.8	31.2	30.4	38.0	38.6	34.9	36.2	33.5
	Média	30.1	31.4	29.9	29.3	28.2	27.5	28.4	30.1	32.3	31.6	29.7	30.3
<b>Mínima</b>	Mínima	18.9	18.1	19.3	12.4	8.2	10.2	14.0	11.8	16.3	14.9	16.6	18.5
	Média	20.6	20.9	20.7	18.8	16.2	14.5	16.4	16.0	19.3	19.1	19.3	20.5
	Máxima	27.0	28.2	26.1	27.0	26.0	23.5	23.4	27.0	28.7	27.6	27.4	28.1
<b>Média</b>	Mínima	20.8	22.3	19.1	17.7	15.9	15.0	19.5	18.7	19.1	21.6	20.5	22.2
	Média	24.4	25.3	24.2	23.6	21.5	20.2	21.5	22.2	24.5	24.5	23.8	24.8
<b>2011</b>													
	<b>MESES</b>	<b>Jan</b>	<b>Fev</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>Mai</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Set</b>	<b>Out</b>	<b>Nov</b>	<b>Dez</b>
<b>Máxima</b>	Máxima	33.8	32.6	32.8	31.2	30.0	29.6	30.8	34.6	35.4	34.2	33.2	32.2
	Média	29.3	30.7	28.8	29.4	27.6	26.8	27.6	30.5	32.2	28.8	29.7	28.8
<b>Mínima</b>	Mínima	18.5	19.0	18.4	13.9	14.0	11.0	11.8	7.1	13.8	15.0	15.0	18.0
	Média	20.2	20.5	19.8	18.8	16.6	14.8	15.7	17.6	18.5	18.8	18.6	19.8
	Máxima	26.5	26.6	27.8	25.6	24.3	22.1	24.2	27.0	28.3	27.5	26.7	25.3
<b>Média</b>	Mínima	21.0	23.0	20.8	17.4	19.2	14.6	17.4	11.8	21.6	16.9	21.5	21.4
	Média	24.0	24.8	23.4	23.5	21.6	20.0	21.0	23.3	24.7	23.1	23.5	23.6
<b>2012</b>													
	<b>MESES</b>	<b>Jan</b>	<b>Fev</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>Mai</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Set</b>	<b>Out</b>	<b>Nov</b>	<b>Dez</b>
<b>Máxima</b>	Máxima	31.6	33.2	33.4	37.8	29.8	30.2	30.4	32.8	37.0	37.2	33.2	34.8
	Média	27.5	30.2	30.3	29.8	26.3	27.2	26.8	27.9	32.0	33.3	30.4	31.9
<b>Mínima</b>	Mínima	17.0	17.9	17.7	15.4	11.7	13.1	8.7	14.4	10.8	17.8	17.9	19.1
	Média	19.3	20.2	19.6	19.3	16.4	17.0	15.3	16.1	19.0	20.8	20.1	21.1
	Máxima	25.9	27.4	26.4	26.1	23.1	24.0	23.6	24.3	29.9	29.8	27.3	28.8
<b>Média</b>	Mínima	19.5	21.2	21.6	18.6	17.5	18.5	14.2	15.4	18.0	22.6	21.3	23.1
	Média	23.0	24.6	24.1	23.7	20.8	21.4	20.4	21.3	24.6	26.2	24.5	25.8
<b>2013</b>													
	<b>MESES</b>	<b>Jan</b>	<b>Fev</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>Mai</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Set</b>	<b>Out</b>	<b>Nov</b>	<b>Dez</b>

<b>Máxima</b>	Máxima	33.3	35.6	33.6	35.1	33.2	29.8	28.8	31.6	35.3	33.2	34.1	33.0
	Média	28.8	31.0	30.1	30.0	28.3	27.8	25.5	28.8	30.7	28.9	29.8	29.8
<b>Mínima</b>	Mínima	17.2	17.9	18.4	14.4	11.9	13.7	7.7	7.2	13.1	15.3	17.3	19.0
	Média	20.4	20.2	20.3	18.1	16.8	17.0	15.1	15.7	18.1	19.2	20.0	20.2
<b>Média</b>	Máxima	27.6	28.1	27.4	26.0	24.7	24.0	24.0	24.9	28.3	24.7	27.8	27.0
	Mínima	20.1	21.2	21.0	20.0	18.1	18.5	12.4	17.3	18.1	18.1	19.2	21.0
	Média	23.9	25.2	24.4	22.8	22.1	21.7	20.0	21.9	23.8	22.1	24.1	23.7

**2014**

	<b>MESES</b>	<b>Jan</b>	<b>Fev</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>Mai</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Set</b>	<b>Out</b>	<b>Nov</b>	<b>Dez</b>
<b>Máxima</b>	Máxima	33.9	34.2	36.4	31.7	30.0	29.8	30.3	34.1	35.1	38.6	33.6	34.0
	Média	31.0	30.9	29.4	29.4	27.9	27.9	26.8	29.8	31.9	32.9	30.1	28.6
<b>Mínima</b>	Mínima	17.1	19.3	17.8	14.6	10.2	12.9	12.4	14.4	15.6	15.0	18.3	18.2
	Média	20.1	20.5	20.1	19.5	16.6	16.2	15.5	17.1	19.4	20.2	19.8	20.1
<b>Média</b>	Máxima	26.8	26.9	26.5	26.6	24.3	24.2	23.3	27.2	28.6	30.3	26.6	27.4
	Mínima	20.5	21.8	18.0	19.7	16.5	19.5	15.7	19.4	20.2	19.8	21.0	20.2
	Média	24.5	24.6	24.0	23.6	21.7	21.2	20.4	22.6	24.4	25.9	24.0	23.7

**2015**

	<b>MESES</b>	<b>Jan</b>	<b>Fev</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>Mai</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Set</b>	<b>Out</b>	<b>Nov</b>	<b>Dez</b>
<b>Máxima</b>	Máxima	36.5	33.8	32.6	32.4	29.7	29.4	31.0	35.3	37.4	39.2	36.0	34.4
	Média	33.1	29.6	29.0	29.3	26.8	26.9	28.0	29.8	32.8	35.1	32.1	30.8
<b>Mínima</b>	Mínima	17.9	17.2	17.3	17.0	14.9	12.8	13.4	14.5	16.6	18.2	18.0	18.5
	Média	21.5	20.0	19.7	19.8	17.5	16.5	17.1	17.0	20.4	22.3	20.7	20.8
<b>Média</b>	Máxima	29.5	27.5	26.7	25.9	23.9	24.9	24.0	27.2	30.0	31.7	27.9	27.6
	Mínima	23.1	20.7	19.9	21.8	18.1	15.6	16.4	20.7	19.4	23.3	20.0	21.0
	Média	26.5	24.0	23.8	23.8	21.3	20.8	21.8	23.0	25.9	27.6	25.5	25.0

Fonte: LCRH (2017) Org. PETRUCCI (2017)

8.2. ANEXO B – Tabela sobre as umidades relativas da cidade de Uberlândia-MG de 1981-2015.

Tabela 56 - Umidade relativa média, máxima e mínima diárias de Uberlândia-MG de 1981-2015

1981													
Meses		Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Umidade	Máximo	94.8	80.5	94.5	91.0	81.0	90.8	89.8	64.3	76.0	96.3	98.0	91.8
Relativa	Mínimo	62.5	59.0	53.3	57.8	58.3	59.0	36.8	34.3	35.3	63.5	64.5	62.0
(em %)	Média	79.2	68.6	76.1	69.4	67.9	71.1	58.6	52.9	49.2	83.1	88.2	79.2
1982													
Meses		Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Umidade	Máximo	94.5	92.3	92.8	94.8	96.0	82.5	76.8	89.5	81.5	92.5	89.0	94.5
Relativa	Mínimo	66.8	58.0	72.8	61.5	56.0	64.8	53.8	49.3	36.5	51.3	57.8	69.0
(em %)	Média	84.7	73.2	84.3	71.3	71.3	72.0	63.9	61.1	57.3	72.1	72.5	80.8
1983													
Meses		Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Umidade	Máximo	97.5	96.8	93.0	94.3	93.0	85.8	95.3	70.8	91.5	91.5	90.0	94.5
Relativa	Mínimo	74.3	63.3	69.0	67.3	61.8	61.8	49.3	41.3	55.3	57.5	62.3	76.0
(em %)	Média	84.5	78.1	79.5	77.2	74.1	71.9	62.3	53.9	71.9	75.4	77.1	83.1
1984													
Meses		Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Umidade	Máximo	90.8	83.8	85.0	93.0	87.3	70.8	68.3	92.0	94.0	87.2	91.5	90.3
Relativa	Mínimo	51.5	55.5	29.0	63.5	57.5	53.8	45.8	36.5	42.3	28.8	39.0	62.4
(em %)	Média	72.1	71.3	74.3	74.8	69.5	61.4	56.4	61.4	62.8	60.0	66.0	81.0
1985													
Meses		Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Umidade	Máximo	97.3	93.8	87.5	80.5	89.3	80.3	78.7	69.3	83.1	85.3	87.8	91.3
Relativa	Mínimo	66.8	48.5	68.3	61.5	49.8	43.8	53.0	41.3	46.5	38.0	36.3	46.0
(em %)	Média	84.0	71.3	78.7	73.2	66.3	59.5	60.4	53.1	59.9	60.7	69.0	73.4
1986													
Meses		Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Umidade	Máximo	92.6	91.5	89.3	81.2	91.3	79.5	88.2	89.7	82.0	82.6	91.5	93.6
Relativa	Mínimo	68.8	66.5	70.0	62.2	59.7	56.0	48.6	50.8	45.5	40.9	49.0	58.7
(em %)	Média	80.4	79.0	79.4	70.9	70.9	62.5	63.4	64.1	56.5	62.3	65.7	80.2
1987													
Meses		Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Umidade	Máximo	89.0	91.3	88.4	92.4	-	82.9	67.8	-	-	-	-	-
Relativa	Mínimo	60.3	63.6	64.5	65.3	-	55.8	62.6	-	-	-	-	-
(em %)	Média	76.3	76.7	75.6	74.0	-	69.8	64.8	-	-	-	-	-
1989													
Meses		Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Umidade	Máximo	-	-	-	-	-	-	-	80.4	82.9	77.9	89.9	92.6
Relativa	Mínimo	-	-	-	-	-	-	-	51.2	46.1	43.2	59.3	61.0
(em %)	Média	-	-	-	-	-	-	-	63.2	63.2	63.9	76.0	83.1
1990													
Meses		Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez





<b>Meses</b>		<b>Jan</b>	<b>Fev</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>Mai</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Set</b>	<b>Out</b>	<b>Nov</b>	<b>Dez</b>
<b>Umidade Relativa (em %)</b>	<b>Máximo</b>	89.5	90.3	91.0	88.0	89.5	90.0	81.0	73.8	87.3	91.3	93.3	90.8
	<b>Mínimo</b>	62.0	58.3	63.8	54.3	53.5	47.5	46.3	32.3	40.7	43.0	63.0	57.8
	<b>Média</b>	79.2	72.2	76.3	69.3	69.3	65.2	58.5	50.7	55.2	68.0	77.8	77.0
<b>2011</b>													
<b>Meses</b>		<b>Jan</b>	<b>Fev</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>Mai</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Set</b>	<b>Out</b>	<b>Nov</b>	<b>Dez</b>
<b>Umidade Relativa (em %)</b>	<b>Máximo</b>	93.5	83.3	93.3	91.5	83.5	85.8	81.3	79.0	71.3	92.3	87.0	93.8
	<b>Mínimo</b>	58.0	51.5	64.0	49.8	53.3	55.5	39.5	27.5	26.5	44.5	54.5	61.8
	<b>Média</b>	79.4	70.1	81.2	69.2	64.5	65.9	55.4	45.7	42.4	71.7	69.0	77.8
<b>2012</b>													
<b>Meses</b>		<b>Jan</b>	<b>Fev</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>Mai</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Set</b>	<b>Out</b>	<b>Nov</b>	<b>Dez</b>
<b>Umidade Relativa (em %)</b>	<b>Máximo</b>	92.5	83.5	90.0	91.8	90.8	91.0	78.3	57.8	80.8	81.8	93.5	82.3
	<b>Mínimo</b>	60.5	51.0	50.8	56.0	24.3	45.8	40.0	36.3	29.3	32.5	54.3	51.3
	<b>Média</b>	79.5	68.4	72.3	73.0	69.4	69.2	59.2	49.3	46.2	53.0	72.3	68.4
<b>2013</b>													
<b>Meses</b>		<b>Jan</b>	<b>Fev</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>Mai</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Set</b>	<b>Out</b>	<b>Nov</b>	<b>Dez</b>
<b>Umidade Relativa (em %)</b>	<b>Máximo</b>	96.5	88.0	95.0	88.6	97.0	87.0	84.3	66.5	86.2	97.0	90.0	90.5
	<b>Mínimo</b>	50.5	55.5	56.8	62.4	47.0	46.3	41.3	34.8	44.8	47.0	53.3	51.5
	<b>Média</b>	79.0	70.3	75.9	72.3	66.4	67.1	61.1	50.2	57.3	66.1	70.8	77.5
<b>2014</b>													
<b>Meses</b>		<b>Jan</b>	<b>Fev</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>Mai</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Set</b>	<b>Out</b>	<b>Nov</b>	<b>Dez</b>
<b>Umidade Relativa (em %)</b>	<b>Máximo</b>	81.3	84.1	90.3	84.0	87.3	95.8	96.3	76.5	91.8	86.0	91.5	91.3
	<b>Mínimo</b>	42.0	38.3	45.3	35.3	40.5	32.8	34.0	35.8	26.8	29.5	52.3	54.3
	<b>Média</b>	64.2	62.1	71.6	68.6	63.0	60.7	60.9	51.7	52.7	52.7	70.6	75.5
<b>2015</b>													
<b>Meses</b>		<b>Jan</b>	<b>Fev</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>Mai</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Set</b>	<b>Out</b>	<b>Nov</b>	<b>Dez</b>
<b>Umidade Relativa (em %)</b>	<b>Máximo</b>	85.8	89.8	92.5	89.7	88.0	81.3	76.5	75.5	88.4	80.8	92.3	93.3
	<b>Mínimo</b>	40.8	51.8	47.0	65.3	41.2	58.3	42.8	32.5	28.0	30.8	48.5	56.5
	<b>Média</b>	59.1	72.6	75.3	74.2	72.8	68.2	61.4	52.2	52.7	52.8	70.0	73.4

Fonte: LCRH (2017); Org.: PETRUCCI (2017)

8.3. ANEXO C – Tabela sobre as precipitações da cidade de Uberlândia-MG de 1981-2015

Tabela 57 - Precipitação máxima de 24 horas e total anual da cidade de Uberlândia-MG de 1981-2015

1981													
Meses	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
<b>Máxima</b>	49.5	24.2	37.0	28.2	15.1	51.4	0.0	0.1	0.6	39.8	63.6	79.4	
<b>Total</b>	256.2	99.1	169.2	41.1	17.0	59.9	0.0	0.1	0.9	155.7	273.0	431.6	1503.8
1982													
Meses	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
<b>Máxima</b>	94.4	52.7	50.2	29.5	40.6	40.0	19.0	30.0	17.6	46.6	0.0	70.6	
<b>Total</b>	647.4	124.3	328.6	73.5	68.2	40.0	19.0	42.6	23.7	188.1	0.0	402.3	1957.7
1983													
Meses	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
<b>Máxima</b>	126.8	44.6	69.3	21.0	14.2	2.8	43.3	1.2	24.0	62.4	52.4	40.6	
<b>Total</b>	400.4	225.8	225.9	89.1	38.7	2.8	50.6	1.2	119.9	240.8	234.2	322.6	1952.0
1984													
Meses	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
<b>Máxima</b>	77.2	17.0	54.8	25.6	19.4	0.0	0.0	18.6	12.0	20.2	47.8	-	
<b>Total</b>	198.9	81.0	233.1	92.6	43.6	0.0	0.0	32.4	36.0	76.4	189.1	-	983.1
1985													
Meses	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
<b>Máxima</b>	74.4	35.8	44.0	54.6	18.9	0.0	0.0	0.0	-	16.0	28.0	41.4	
<b>Total</b>	572.8	111.3	309.6	130.0	20.2	0.0	0.0	0.0	-	21.0	140.8	263.4	1569.1
1990													
Meses	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
<b>Máxima</b>	-	-	52.3	11.9	29.6	0.0	23.2	15.0	23.1	45.2	35.0	42.4	
<b>Total</b>	-	-	94.9	25.3	68.9	0.0	43.3	37.8	51.5	103.3	168.4	155.7	749.1
1991													
Meses	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
<b>Máxima</b>	60.4	37.6	64.8	69.0	-	0.0	0.0	0.0	-	21.6	20.0	52.6	
<b>Total</b>	383.5	255.0	468.4	166.1	-	0.0	0.0	0.0	-	61.5	99.8	258.7	1693.0
1992													
Meses	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
<b>Máxima</b>	54.0	83.6	33.3	32.0	12.8	0.0	0.0	4.8	19.6	39.0	48.0	43.7	
<b>Total</b>	398.8	344.3	106.0	119.5	46.2	0.0	0.0	4.8	80.3	148.5	165.4	317.6	1731.4
1993													
Meses	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
<b>Máxima</b>	35.4	66.4	29.8	35.4	23.0	17.2	0.0	15.0	-	56.4	38.4	63.4	
<b>Total</b>	180.9	285.0	137.8	107.2	23.0	34.4	0.0	18.8	-	199.8	98.6	433.5	1519.0
1994													
Meses	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
<b>Máxima</b>	66.8	24.8	76.4	4.0	16.8	4.0	9.4	0.0	7.4	12.8	56.2	76.2	
<b>Total</b>	384.7	142.6	284.8	13.0	35.9	9.4	9.4	0.0	7.4	47.9	177.3	351.9	1464.3
1995													
Meses	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
<b>Máxima</b>	56.6	69.0	53.4	21.6	60.8	2.6	1.6	0.0	4.2	21.9	37.0	57.4	
<b>Total</b>	288.2	422.2	203.7	56.1	121.6	3.4	1.6	0.0	4.2	73.3	117.3	308.2	1599.8
1996													
Meses	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total

<b>Máxima</b>	38.0	25.8	20.0	17.8	32.5	8.4	6.8	6.8	45.8	19.5	45.6	48.0
<b>Total</b>	280.4	136.8	129.7	32.8	56.1	8.4	6.8	6.9	86.7	48.4	257.6	236.8
<b>1997</b>												
<b>Meses</b>	<b>Jan</b>	<b>Fev</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>Mai</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Set</b>	<b>Out</b>	<b>Nov</b>	<b>Dez</b>
<b>Máxima</b>	46.0	46.8	73.0	34.7	9.2	52.5	0.0	0.0	7.8	54.7	54.5	100.7
<b>Total</b>	268.9	111.6	327.8	85.6	23.4	105.8	0.0	0.0	28.2	89.5	304.7	268.8
<b>1998</b>												
<b>Meses</b>	<b>Jan</b>	<b>Fev</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>Mai</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Set</b>	<b>Out</b>	<b>Nov</b>	<b>Dez</b>
<b>Máxima</b>	46.5	31.5	18.0	27.3	40.0	33.3	0.0	36.5	1.6	68.1	29.0	47.0
<b>Total</b>	120.8	160.1	88.5	68.5	58.8	33.3	0.0	63.8	4.2	165.0	145.7	295.1
<b>1999</b>												
<b>Meses</b>	<b>Jan</b>	<b>Fev</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>Mai</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Set</b>	<b>Out</b>	<b>Nov</b>	<b>Dez</b>
<b>Máxima</b>	55.0	44.0	41.8	35.2	9.2	8.8	0.0	0.0	19.6	26.2	114.6	51.8
<b>Total</b>	287.2	185.1	155.4	57.4	9.2	8.8	0.0	0.0	69.7	45.8	258.8	226.5
<b>2000</b>												
<b>Meses</b>	<b>Jan</b>	<b>Fev</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>Mai</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Set</b>	<b>Out</b>	<b>Nov</b>	<b>Dez</b>
<b>Máxima</b>	84.7	40.6	90.8	47.2	0.0	0.0	8.4	5.8	45.6	10.8	56.9	98.2
<b>Total</b>	339.4	288.0	532.6	72.8	0.0	0.0	14.0	7.6	174.7	16.7	183.7	329.8
<b>2001</b>												
<b>Meses</b>	<b>Jan</b>	<b>Fev</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>Mai</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Set</b>	<b>Out</b>	<b>Nov</b>	<b>Dez</b>
<b>Máxima</b>	59.7	40.2	52.0	12.0	18.4	1.3	0.0	11.6	22.8	44.0	25.8	63.2
<b>Total</b>	256.6	100.8	182.0	14.1	67.8	1.3	0.0	27.5	73.3	75.5	111.3	279.5
<b>2002</b>												
<b>Meses</b>	<b>Jan</b>	<b>Fev</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>Mai</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Set</b>	<b>Out</b>	<b>Nov</b>	<b>Dez</b>
<b>Máxima</b>	147.0	79.8	19.4	28.5	16.5	0.0	1.3	0.1	16.8	17.0	51.8	83.7
<b>Total</b>	325.9	303.5	105.9	53.0	19.4	0.0	1.3	0.1	57.5	45.1	190.1	347.3
<b>2003</b>												
<b>Meses</b>	<b>Jan</b>	<b>Fev</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>Mai</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Set</b>	<b>Out</b>	<b>Nov</b>	<b>Dez</b>
<b>Máxima</b>	73.6	22.0	60.5	31.2	24.2	0.0	1.2	1.9	22.6	45.4	92.6	65.7
<b>Total</b>	556.1	97.0	310.2	97.8	62.1	0.0	1.2	2.7	45.2	67.1	234.2	180.6
<b>2004</b>												
<b>Meses</b>	<b>Jan</b>	<b>Fev</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>Mai</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Set</b>	<b>Out</b>	<b>Nov</b>	<b>Dez</b>
<b>Máxima</b>	77.7	46.0	69.7	36.2	5.0	14.0	19.0	0.0	2.0	66.6	42.2	99.4
<b>Total</b>	295.3	265.9	165.6	161.6	9.8	14.1	23.9	0.0	2.9	136.5	138.7	338.8
<b>2005</b>												
<b>Meses</b>	<b>Jan</b>	<b>Fev</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>Mai</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Set</b>	<b>Out</b>	<b>Nov</b>	<b>Dez</b>
<b>Máxima</b>	54.8	33.2	51.4	7.3	33.4	19.0	0.0	14.0	20.3	25.0	27.4	32.7
<b>Total</b>	434.2	62.0	235.6	22.1	47.1	44.1	0.0	16.9	33.7	55.2	244.6	214.2
<b>2006</b>												
<b>Meses</b>	<b>Jan</b>	<b>Fev</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>Mai</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Set</b>	<b>Out</b>	<b>Nov</b>	<b>Dez</b>
<b>Máxima</b>	59.6	37.4	51.0	27.8	3.8	1.5	0.0	7.9	77.6	82.4	62.5	83.9
<b>Total</b>	209.3	189.5	241.1	94.2	6.4	1.5	0.0	15.5	104.1	266.0	253.3	434.0
<b>2007</b>												
<b>Meses</b>	<b>Jan</b>	<b>Fev</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>Mai</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Set</b>	<b>Out</b>	<b>Nov</b>	<b>Dez</b>
<b>Máxima</b>	83.7	70.2	20.2	-	10.6	23.2	17.4	0.0	17.8	43.0	65.2	115.8
<b>Total</b>	415.2	229.4	54.6	-	11.7	25.7	37.5	0.0	25.2	112.4	244.6	341.6
<b>2008</b>												
<b>Meses</b>	<b>Jan</b>	<b>Fev</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>Mai</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Set</b>	<b>Out</b>	<b>Nov</b>	<b>Dez</b>
<b>Máxima</b>	48.9	33.0	45.5	59.5	23.9	7.1	0.0	0.5	11.9	38.0	10.3	81.0
<b>Total</b>	252.5	264.8	237.4	262.2	28.6	9.0	0.0	0.5	17.5	148.2	59.9	362.5

<b>2009</b>													
<b>Meses</b>	<b>Jan</b>	<b>Fev</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>Mai</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Set</b>	<b>Out</b>	<b>Nov</b>	<b>Dez</b>	<b>Total</b>
<b>Máxima</b>	51.3	42.8	31.9	24.5	46.5	9.3	8.5	9.1	27.2	21.6	74.0	50.4	
<b>Total</b>	260.0	202.4	103.1	70.2	58.8	17.8	8.5	19.8	101.3	87.5	169.6	346.6	1445.6
<b>2010</b>													
<b>Meses</b>	<b>Jan</b>	<b>Fev</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>Mai</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Set</b>	<b>Out</b>	<b>Nov</b>	<b>Dez</b>	<b>Total</b>
<b>Máxima</b>	42.2	37.1	31.4	65.4	7.5	5.3	1.6	0.0	24.4	34.4	71.8	54.0	
<b>Total</b>	169.7	149.7	91.4	89.5	10.4	12.1	1.6	0.0	47.8	140.2	267.9	280.2	1260.5
<b>2011</b>													
<b>Meses</b>	<b>Jan</b>	<b>Fev</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>Mai</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Set</b>	<b>Out</b>	<b>Nov</b>	<b>Dez</b>	<b>Total</b>
<b>Máxima</b>	51.0	37.5	51.6	56.8	1.8	16.6	0.0	0.0	0.1	33.4	27.8	52.2	
<b>Total</b>	247.7	167.0	300.8	160.4	4.8	16.6	0.0	0.0	0.1	134.6	124.1	251.6	1407.7
<b>2012</b>													
<b>Meses</b>	<b>Jan</b>	<b>Fev</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>Mai</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Set</b>	<b>Out</b>	<b>Nov</b>	<b>Dez</b>	<b>Total</b>
<b>Máxima</b>	57.6	50.6	37.0	44.4	13.0	11.6	14.8	0.0	12.2	38.3	38.9	89.2	
<b>Total</b>	318.5	182.3	198.3	125.8	53.0	42.9	15.0	0.0	27.2	87.2	246.0	175.8	1472.0
<b>2013</b>													
<b>Meses</b>	<b>Jan</b>	<b>Fev</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>Mai</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Set</b>	<b>Out</b>	<b>Nov</b>	<b>Dez</b>	<b>Total</b>
<b>Máxima</b>	45.4	0.2	35.0	35.0	82.0	0.0	0.3	7.2	29.4	82.0	23.5	37.6	
<b>Total</b>	292.3	0.2	193.7	108.8	147.1	0.0	0.3	11.3	44.7	147.1	98.8	242.5	1286.8
<b>2014</b>													
<b>Meses</b>	<b>Jan</b>	<b>Fev</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>Mai</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Set</b>	<b>Out</b>	<b>Nov</b>	<b>Dez</b>	<b>Total</b>
<b>Máxima</b>	22.3	25.0	21.4	14.3	3.8	20.0	56.0	0.5	11.5	1.3	72.3	52.5	
<b>Total</b>	78.2	61.4	41.8	29.9	3.8	20.0	118.1	0.5	23.0	1.3	303.4	228.1	909.5
<b>2015</b>													
<b>Meses</b>	<b>Jan</b>	<b>Fev</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>Mai</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Set</b>	<b>Out</b>	<b>Nov</b>	<b>Dez</b>	<b>Total</b>
<b>Máxima</b>	64.0	50.3	43.3	27.5	27.4	13.8	4.0	0.0	33.3	33.7	54.5	41.5	
<b>Total</b>	142.9	183.8	246.0	120.4	37.2	20.1	4.0	0.0	44.5	82.7	260.4	136.5	1278.5

Fonte: LCRH (2017); Org. PETRUCCI (2017)

8.4. ANEXO D – Tabela sobre as quantidades de dias sem chuvas e com chuva da cidade de Uberlândia-MG, de 1981-2015.

Tabela 58 - Contagem dos dias com e dias sem chuva da cidade de Uberlândia-MG, série histórica de 1981-2015

1981													
Meses	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
<b>Com chuva</b>	16	10	16	5	2	3	0	0	0	11	19	19	<b>101</b>
<b>Sem chuva</b>	15	18	15	25	29	27	31	31	30	20	11	12	<b>264</b>
1982													
Meses	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
<b>Com chuva</b>	25	8	20	4	3	1	1	3	5	14	0	22	<b>106</b>
<b>Sem chuva</b>	6	20	11	26	28	29	30	28	25	17	30	9	<b>259</b>
1983													
Meses	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
<b>Com chuva</b>	22	12	15	10	4	1	3	1	12	12	16	23	<b>131</b>
<b>Sem chuva</b>	9	16	16	20	27	29	28	30	18	19	14	8	<b>234</b>
1984													
Meses	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
<b>Com chuva</b>	13	11	12	8	4	0	0	4	5	7	12	-	<b>76</b>
<b>Sem chuva</b>	18	18	19	22	27	30	31	27	25	24	18	-	<b>259</b>
1985													
Meses	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
<b>Com chuva</b>	20	8	18	7	1	0	0	0	-	2	13	16	<b>85</b>
<b>Sem chuva</b>	11	20	13	23	30	30	31	31	-	29	17	15	<b>250</b>
1986													
Meses	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
<b>Com chuva</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Sem chuva</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1987													
Meses	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
<b>Com chuva</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Sem chuva</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1988													
Meses	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
<b>Com chuva</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Sem chuva</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1989													
Meses	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
<b>Com chuva</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Sem chuva</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1990													
Meses	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total

<b>Com chuva</b>	-	-	8	4	6	0	5	4	4	9	12	16	<b>68</b>
<b>Sem chuva</b>	-	-	23	26	25	30	26	27	26	22	18	15	<b>238</b>
<b>1991</b>													
<b>Meses</b>	<b>Jan</b>	<b>Fev</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>Mai</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Set</b>	<b>Out</b>	<b>Nov</b>	<b>Dez</b>	<b>Total</b>
<b>Com chuva</b>	21	18	20	10	-	0	0	0	-	7	14	16	<b>106</b>
<b>Sem chuva</b>	10	10	11	20	-	30	31	31	-	24	16	15	<b>198</b>
<b>1992</b>													
<b>Meses</b>	<b>Jan</b>	<b>Fev</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>Mai</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Set</b>	<b>Out</b>	<b>Nov</b>	<b>Dez</b>	<b>Total</b>
<b>Com chuva</b>	19	13	12	13	6	0	0	1	8	14	11	20	<b>117</b>
<b>Sem chuva</b>	12	16	19	17	25	30	31	30	22	17	19	11	<b>249</b>
<b>1993</b>													
<b>Meses</b>	<b>Jan</b>	<b>Fev</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>Mai</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Set</b>	<b>Out</b>	<b>Nov</b>	<b>Dez</b>	<b>Total</b>
<b>Com chuva</b>	13	19	12	12	1	3	0	3	-	12	8	21	<b>104</b>
<b>Sem chuva</b>	18	9	19	18	30	27	31	28	-	19	22	10	<b>231</b>
<b>1994</b>													
<b>Meses</b>	<b>Jan</b>	<b>Fev</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>Mai</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Set</b>	<b>Out</b>	<b>Nov</b>	<b>Dez</b>	<b>Total</b>
<b>Com chuva</b>	20	15	19	4	4	3	1	0	1	6	11	16	<b>100</b>
<b>Sem chuva</b>	11	13	12	26	27	27	30	31	29	25	19	15	<b>265</b>
<b>1995</b>													
<b>Meses</b>	<b>Jan</b>	<b>Fev</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>Mai</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Set</b>	<b>Out</b>	<b>Nov</b>	<b>Dez</b>	<b>Total</b>
<b>Com chuva</b>	15	21	9	12	3	1	1	0	1	7	10	18	<b>98</b>
<b>Sem chuva</b>	16	7	22	18	28	29	30	31	29	24	20	13	<b>267</b>
<b>1996</b>													
<b>Meses</b>	<b>Jan</b>	<b>Fev</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>Mai</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Set</b>	<b>Out</b>	<b>Nov</b>	<b>Dez</b>	<b>Total</b>
<b>Com chuva</b>	17	11	13	3	4	1	1	1	8	7	13	17	<b>96</b>
<b>Sem chuva</b>	14	18	18	27	27	29	30	30	22	24	17	14	<b>270</b>
<b>1997</b>													
<b>Meses</b>	<b>Jan</b>	<b>Fev</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>Mai</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Set</b>	<b>Out</b>	<b>Nov</b>	<b>Dez</b>	<b>Total</b>
<b>Com chuva</b>	19	9	16	7	4	5	0	0	6	6	15	18	<b>105</b>
<b>Sem chuva</b>	12	19	15	23	27	25	31	31	24	25	15	13	<b>260</b>
<b>1998</b>													
<b>Meses</b>	<b>Jan</b>	<b>Fev</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>Mai</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Set</b>	<b>Out</b>	<b>Nov</b>	<b>Dez</b>	<b>Total</b>
<b>Com chuva</b>	14	16	10	6	3	1	0	4	2	14	12	20	<b>102</b>
<b>Sem chuva</b>	17	12	21	24	28	29	31	27	28	17	18	11	<b>263</b>
<b>1999</b>													
<b>Meses</b>	<b>Jan</b>	<b>Fev</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>Mai</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Set</b>	<b>Out</b>	<b>Nov</b>	<b>Dez</b>	<b>Total</b>
<b>Com chuva</b>	15	11	13	6	1	1	0	0	6	6	9	14	<b>82</b>
<b>Sem chuva</b>	16	17	18	24	30	29	31	31	24	25	21	17	<b>283</b>
<b>2000</b>													
<b>Meses</b>	<b>Jan</b>	<b>Fev</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>Mai</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Set</b>	<b>Out</b>	<b>Nov</b>	<b>Dez</b>	<b>Total</b>
<b>Com chuva</b>	18	20	21	7	0	0	3	2	11	3	13	18	<b>116</b>
<b>Sem chuva</b>	13	9	10	23	31	30	28	29	19	28	17	13	<b>250</b>
<b>2001</b>													
<b>Meses</b>	<b>Jan</b>	<b>Fev</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>Mai</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Set</b>	<b>Out</b>	<b>Nov</b>	<b>Dez</b>	<b>Total</b>

<b>Com chuva</b>	13	9	15	2	5	1	0	4	6	6	13	17	<b>91</b>
<b>Sem chuva</b>	18	19	16	28	26	29	31	27	24	25	17	14	<b>274</b>
<b>2002</b>													
<b>Meses</b>	<b>Jan</b>	<b>Fev</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>Mai</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Set</b>	<b>Out</b>	<b>Nov</b>	<b>Dez</b>	<b>Total</b>
<b>Com chuva</b>	11	21	7	3	2	0	1	0	5	4	10	20	<b>84</b>
<b>Sem chuva</b>	20	7	24	27	29	30	30	31	25	27	20	11	<b>281</b>
<b>2003</b>													
<b>Meses</b>	<b>Jan</b>	<b>Fev</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>Mai</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Set</b>	<b>Out</b>	<b>Nov</b>	<b>Dez</b>	<b>Total</b>
<b>Com chuva</b>	25	10	16	10	4	0	1	1	4	5	13	11	<b>100</b>
<b>Sem chuva</b>	6	18	15	20	27	30	30	30	26	26	17	20	<b>265</b>
<b>2004</b>													
<b>Meses</b>	<b>Jan</b>	<b>Fev</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>Mai</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Set</b>	<b>Out</b>	<b>Nov</b>	<b>Dez</b>	<b>Total</b>
<b>Com chuva</b>	18	17	11	10	3	1	2	0	1	10	10	18	<b>101</b>
<b>Sem chuva</b>	13	12	20	20	28	29	29	31	29	21	20	13	<b>265</b>
<b>2005</b>													
<b>Meses</b>	<b>Jan</b>	<b>Fev</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>Mai</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Set</b>	<b>Out</b>	<b>Nov</b>	<b>Dez</b>	<b>Total</b>
<b>Com chuva</b>	25	8	12	5	5	3	0	2	3	7	18	18	<b>106</b>
<b>Sem chuva</b>	6	20	19	25	26	27	31	29	27	24	12	13	<b>259</b>
<b>2006</b>													
<b>Meses</b>	<b>Jan</b>	<b>Fev</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>Mai</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Set</b>	<b>Out</b>	<b>Nov</b>	<b>Dez</b>	<b>Total</b>
<b>Com chuva</b>	10	13	13	9	2	1	0	3	4	16	12	17	<b>100</b>
<b>Sem chuva</b>	21	15	18	21	29	29	31	28	26	15	18	14	<b>265</b>
<b>2007</b>													
<b>Meses</b>	<b>Jan</b>	<b>Fev</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>Mai</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Set</b>	<b>Out</b>	<b>Nov</b>	<b>Dez</b>	<b>Total</b>
<b>Com chuva</b>	22	14	5	-	2	2	4	0	3	8	16	14	<b>90</b>
<b>Sem chuva</b>	9	14	26	-	29	28	27	31	27	23	14	17	<b>245</b>
<b>2008</b>													
<b>Meses</b>	<b>Jan</b>	<b>Fev</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>Mai</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Set</b>	<b>Out</b>	<b>Nov</b>	<b>Dez</b>	<b>Total</b>
<b>Com chuva</b>	20	20	16	13	2	2	0	0	2	8	13	14	<b>110</b>
<b>Sem chuva</b>	11	9	15	17	29	28	31	31	28	23	17	17	<b>256</b>
<b>2009</b>													
<b>Meses</b>	<b>Jan</b>	<b>Fev</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>Mai</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Set</b>	<b>Out</b>	<b>Nov</b>	<b>Dez</b>	<b>Total</b>
<b>Com chuva</b>	18	12	10	6	3	3	1	4	12	10	7	20	<b>106</b>
<b>Sem chuva</b>	13	16	21	24	28	27	30	27	18	21	23	11	<b>259</b>
<b>2010</b>													
<b>Meses</b>	<b>Jan</b>	<b>Fev</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>Mai</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Set</b>	<b>Out</b>	<b>Nov</b>	<b>Dez</b>	<b>Total</b>
<b>Com chuva</b>	13	7	12	3	2	3	1	0	3	9	13	17	<b>83</b>
<b>Sem chuva</b>	18	21	19	27	29	27	30	31	27	22	17	14	<b>282</b>
<b>2011</b>													
<b>Meses</b>	<b>Jan</b>	<b>Fev</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>Mai</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Set</b>	<b>Out</b>	<b>Nov</b>	<b>Dez</b>	<b>Total</b>
<b>Com chuva</b>	18	10	18	9	3	1	0	0	0	14	10	17	<b>100</b>
<b>Sem chuva</b>	13	18	13	21	28	29	31	31	30	17	20	14	<b>265</b>
<b>2012</b>													
<b>Meses</b>	<b>Jan</b>	<b>Fev</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>Mai</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Set</b>	<b>Out</b>	<b>Nov</b>	<b>Dez</b>	<b>Total</b>

<b>Com chuva</b>	19	12	14	9	6	6	1	0	4	5	14	10	<b>100</b>
<b>Sem chuva</b>	12	17	17	21	25	24	30	31	26	26	16	21	<b>266</b>
<b>2013</b>													
<b>Meses</b>	<b>Jan</b>	<b>Fev</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>Mai</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Set</b>	<b>Out</b>	<b>Nov</b>	<b>Dez</b>	<b>Total</b>
<b>Com chuva</b>	18	0	17	8	2	0	0	2	5	2	10	14	<b>78</b>
<b>Sem chuva</b>	13	28	14	22	29	30	31	29	25	29	20	17	<b>287</b>
<b>2014</b>													
<b>Meses</b>	<b>Jan</b>	<b>Fev</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>Mai</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Set</b>	<b>Out</b>	<b>Nov</b>	<b>Dez</b>	<b>Total</b>
<b>Com chuva</b>	7	6	5	5	1	1	4	0	3	1	15	16	<b>64</b>
<b>Sem chuva</b>	24	22	26	25	30	29	27	31	27	30	15	15	<b>301</b>
<b>2015</b>													
<b>Meses</b>	<b>Jan</b>	<b>Fev</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>Mai</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Set</b>	<b>Out</b>	<b>Nov</b>	<b>Dez</b>	<b>Total</b>
<b>Com chuva</b>	6	15	18	9	7	2	1	0	4	4	15	9	<b>90</b>
<b>Sem chuva</b>	25	13	13	21	24	28	30	31	26	27	15	22	<b>275</b>

Fonte: LCRH (2017); Org.: PETRUCCI (2017)