



ANÁLISE COMPARATIVA DO COMPORTAMENTO DA PRECIPITAÇÃO ENTRE AS ÁREAS URBANA E RURAL DA REGIÃO DE UBERLÂNDIA/MG

FERNANDA ENDO FALEIROS¹
LUIZ ANTÔNIO DE OLIVEIRA²

Resumo: Este trabalho tem o objetivo analisar a influência clima urbano na acentuação da ocorrência de anomalias de chuva na cidade de Uberlândia/MG. Utilizou-se tratamento estatístico, distribuição de frequência e curva de permanência, de dados de chuva, período de maio de 2012 a maio de 2013. Os registros provenientes das estações foram tratados em banco de dados onde os eventos foram analisados com periodicidade 5 minutos, horários, diários, mensais e anuais. Resultados demonstraram que na cidade os valores de precipitação total foram superiores aqueles determinados na zona rural, e para a variável temperatura máxima o comportamento foi inverso.

Palavras chave: Anomalias de chuvas, clima urbano, Uberlândia/MG.

Abstract: This study aims to analyze the influence of urban microclimate in accentuation of extreme occurrence of weather events in Uberlândia/MG by statistical analysis, frequency distribution and retention of rainfall, from May 2012 to May 2013. The records from the stations were treated in a database where the events were analyzed with intervals of 5 minutes, hourly, daily, monthly and yearly. Results showed that in city the values of total precipitation were higher than those determined in the countryside, and for the variables maximum temperature and maximum precipitation behavior was reversed.

Key words: Extreme weather events, urban microclimate, Uberlândia / MG.

1 – Introdução

A ciência geográfica tem como objeto de estudo o espaço geográfico, e de maneira geral, pode ser entendida como resultado das relações econômicas, culturais, sociais e políticas, Monbeig (1957), Deffontaines (1952), Braga (2007). Assim pode-se afirmar que a Geografia busca entender a resultante da interação entre os aspectos físicos e humanos sobre o meio.

Dentro da abordagem física da Geografia, o clima é um dos elementos que mais vem sofrendo alterações promovidas pelas atividades humanas, por isso, têm se intensificado os estudos e pesquisas acerca desse tema. De acordo com Barros (2009), a Climatologia estuda os fenômenos atmosféricos em contato com a superfície e como eles se distribuem

¹ Graduada, Laboratório de Climatologia e Recursos Hídricos, Instituto de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, fefalleiros@hotmail.com.

² Professor Adjunto, Laboratório de Climatologia e Recursos Hídricos, Universidade Federal de Uberlândia, luizantonio@ig.ufu.br.



especialmente. Apesar de a Climatologia ter surgido da Meteorologia, ambas possuem o conceito de clima e tempo diferentes.

Sorre (1951 *apud* BARROS, 2009, p. 256) revisa os estudos de Hann e os adapta a Climatologia, pois considera os estados atmosféricos de maneira total, ou seja, todas as séries de dados e não mais como uma média, considera também seu ritmo e sua duração.

Diante de toda a discussão, a Climatologia é uma das áreas da Geografia que possibilita o estudo das atividades atmosféricas, tanto local como global. Utiliza-se de dados coletados para fazer previsão e visualizar padrões climáticos, sendo de extrema importância para a sociedade e também para o meio ambiente, já que a atmosfera é um dos principais constituintes do ambiente.

"Nas pesquisas geográficas que envolvem a climatologia e a meteorologia, os dados meteorológicos constituintes do sistema climático (variáveis climáticas) são os elementos sobre os quais a ciência se debruça para a elaboração de um caminho teórico-metodológico que culmine com a constatação de uma tese minuciosa e detalhada sobre o fato em questão." (OLIVEIRA, 2009, p. 1).

Segundo Sant'anna Neto (2011), no decorrer da história da humanidade as variações climáticas são um fator importante na dispersão e mobilidade humana. Salienta ainda que esses eventos extremos são responsáveis, mesmo que minimamente, no apogeu ou queda de algumas civilizações passadas.

"Desta forma, os acontecimentos do passado histórico e geológico, influenciados pela relação entre clima e civilização assumem importância significativa, como experiências que demonstram como os diversos grupos sociais lidaram com os cataclismos climáticos." (SANT'ANNA NETO, p. 216, 2011).

Dentro do estudo da Climatologia García (1999 *apud* CARVALHO, 2001, p. 73) estuda a climatologia urbana, que consiste em conhecer os mecanismos do clima urbano juntamente com as alterações climáticas dentro da própria cidade.

No estudo do clima é importante definir a escala de abordagem, onde Mendonça e Danni-Oliveira (2007) discutem a escala em relação com grandeza, extensão e duração em que os fenômenos climáticos são estudados.

Neste trabalho foi dada ênfase a menor escala climática, com o objetivo de se analisar possíveis variações de comportamento da precipitação entre a cidade de Uberlândia/MG e a área rural no seu entorno. Para tanto, serão analisados dados de cinco estações climatológicas automáticas, distribuídas na zona rural da região, dispostas em dois eixos, Sul e Leste, num raio máximo de 40 km da cidade, que serão comparados com os



dados da estação do Instituto Nacional de Meteorologia - INMET, instalada no Campus Santa Mônica da Universidade Federal de Uberlândia.

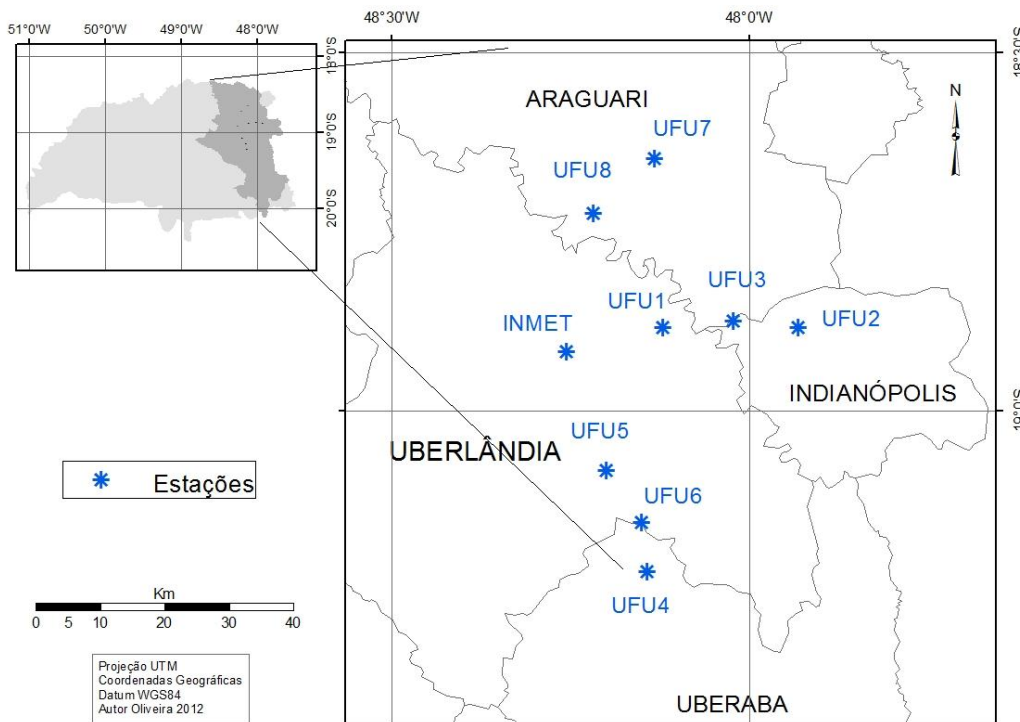
O município de Uberlândia está localizado na Mesorregião do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, delimitado pelas coordenadas geográficas de $-18^{\circ}50'00''$ / $-48^{\circ}24'00''$ e $-19^{\circ}00'30''$ / $-48^{\circ}10'00''$, possuindo uma área de $4,115,206 \text{ Km}^2$ (IBGE, 2005).

Foi elaborada base cartográfica utilizando-se a carta topográfica “Uberlândia” folha SE. 22-Z-B-VI escala 1:100.000, e ainda As cartas foram digitalizadas e importadas para correção geométrica no software ENVI 4.3. No ambiente do referido software o registro foi feito utilizando-se pontos de controle extraídos das cartas topográficas, tendo como referências espaciais a projeção UTM e Datum SAD -69.

Para um melhor detalhamento da área de estudos, bem como uma melhor precisão e distribuição geográfica dos dados trabalhados, foi feita retificação de escala da base cartográfica. Considera-se aqui como escala ideal de trabalho a de 1:25.000. Para tal retificação foi utilizada imagem de satélite Aster, órbita 220 linha 21, faixas espectrais do visível ao infra-vermelho, com resolução espacial de 15 m.

No sistema de informação geográfica (SIG) Arcgis 9.3, foram elaborados os planos de informação (*layers*) de hipsometria, altimetria e declividade. A configuração da referência espacial do SIG (datum e projeção) foi definida em respectivo arquivo *Geodatabase*, contendo respectivos *Featature Dataset* e *Feature Class*. Este último corresponde aos planos de informação ou *layers* mencionados acima.

Para monitoramento das condições do tempo atmosférico foram adquiridas e instaladas cinco estações meteorológicas automáticas equipadas com sensores de temperatura, precipitação, pressão, umidade relativa e velocidade e direção dos ventos, painel solar e com transmissão simultânea de dados, via satélite. Para detectar alterações de comportamento de precipitação na região de Uberlândia, monitorou-se as condições atmosféricas na cidade e na área rural do seu entorno. Três estações foram instaladas na zona rural, sendo três no eixo sul (UFU4, UFU5 e UFU6), BR-050, sentido Uberaba, duas no eixo leste (UFU1 e UFU3), sentido Indianópolis. Para o monitoramento da área urbana, utilizou-se a estação automática do INMET, ver mapa 01- mapa de localização das estações.



Mapa 01 - Mapa de Localização das estações meteorológicas automáticas
 Fonte: FALEIROS, 2013.

A verificação da precisão dos dados coletados pelos sensores foi feita por comparação entre os dados coletados pelas estações do projeto com os coletados por uma estação de referência, no caso, a estação do INMET instalada na UFU. Para tanto foi considerado apenas o dado do sensor de temperatura, por ser esse o mais sensível e passível de variação, cujo valor ainda é utilizado para cálculo de umidade relativa. Foi feita correlação dos dados, ver quadro 1, e a partir desta aplica-se a correção aos dados das estações do projeto.

UFU1	UFU2	UFU3	UFU4	UFU5	UFU6	UFU7	UFU8
99.31	99.25	99.08	99.34	99.14	99.26	99.22	99.17

Quadro 01 - Valores de correlação entre as estações do projeto e a estação de referência.
 Fonte: FALEIROS, 2013.

Análise do quadro demonstra alta correlação entre os dados, com valores variando de 99.08 a 99.34, e que na pior situação, a dispersão foi inferior a 1%. Os resultados de correlação certificam a precisão e a confiabilidade dos dados das estações do projeto.

Foi construído um banco de dados georreferenciado dos dados coletados nas estações. Os dados coletados foram tabulados, organizados em eventos de 5 minutos,



horários, diários, mensais e anual das variáveis temperatura, precipitação, umidade relativa, pressão atmosférica, ventos e radiação solar.

Testado e calibrado o sistema e os sensores, as estações foram locadas em campo, em locais pré-determinados, cuja localização geográfica e o local estão sumariados no quadro 02.

ESTAÇÃO	LOCAL	COORDENADAS UTM		ALTITUDE (m)
		X	Y	
UFU1	Fazenda Bela Vista	7909538	803297	830
UFU3	Fazenda Amparo	7910398	813672	810
UFU4	Fazenda Cruzeiro	7871762	800403	920
UFU5	Fazenda São Joaquim	7887619	794662	880
INMET	Universidade Federal de Uberlândia	789077	790609	870

Quadro 02 - Coordenadas e locais de instalação em campo das estações.
Fonte: FALEIROS, 2013.

Para elaboração da caracterização do comportamento das chuvas nas estações INMET, UFU1, UFU3, UFU4, UFU5 e UFU6, utilizando-se curva de permanência, foram usados dados de precipitação diária da estação climatológica da Universidade Federal de Uberlândia.

Os dados foram organizados na forma de matriz. No tratamento estatístico dos dados, realizado no Microsoft Excel, foram determinados os seguintes parâmetros: amplitude dos dados (A), número do intervalo de classes (N), amplitude do intervalo de classes(K).

De acordo com Tucci *et al.*, (2008), a curva de permanência relaciona o nível de ocorrência de algum evento e a probabilidade de ocorrer tal evento em igual ou maior intensidade. A curva é determinada com base em valores diários, semanais ou mensais. O método para determinar a curva de permanência consiste em estabelecer n intervalos de classes de tais eventos, podendo ser estabelecidos de acordo com a intensidade, procurando obter uma quantidade razoável de valores em cada intervalo. Esse método de maneira geral é utilizado no entendimento do comportamento de vazões, porém é viável a sua utilização na análise do comportamento da precipitação, principalmente na determinação da recorrência de eventos.



2 – Discussão

Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é Aw, caracterizado por apresentar um inverno seco e um verão chuvoso. E predominância de sistemas intertropicais e polares. . A precipitação média anual é de 1.564 mm.

Com base em dados de médias anuais de temperatura e precipitação, período 1981-2013, originados de leituras realizadas na estação climatológica da Universidade Federal de Uberlândia - UFU, foram construídos climograma e balanço hídrico, gráficos 01 e 02 respectivamente.

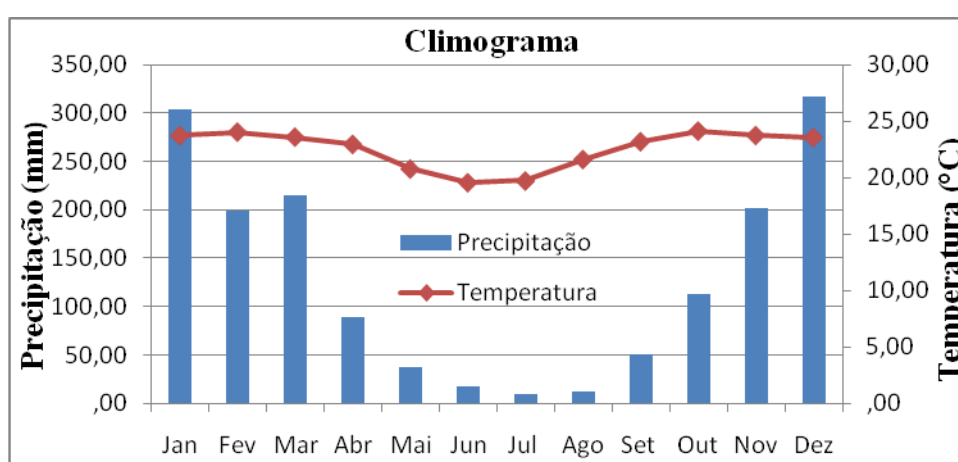


Gráfico 1 – Climograma de Uberlândia
Fonte: FALEIROS, 2013.

Observando o climograma (gráfico 01) têm-se que os meses como médias de temperatura mais baixas correspondem a junho (19,6 °C) e julho (19,7 °C), sendo também os de menores médias pluviométricas. De outro modo, outubro é o mês mais quente (24,1 °C) enquanto que os meses de dezembro e Janeiro apresentam os maiores índices de precipitação, com valores médios de 317 e 304 mm, respectivamente nesta ordem. Assim, têm-se duas estações bem definidas, uma seca e fria e outra chuvosa e quente.

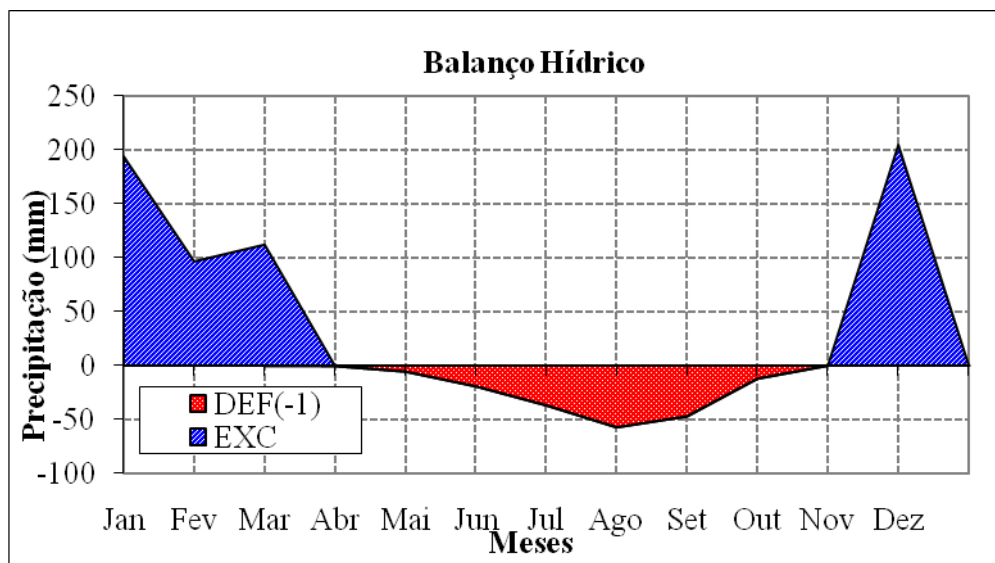


Gráfico 2 – Balanço Hídrico de Uberlândia
Fonte: FALEIROS, 2013.

Análise do gráfico 02 indica que no período de abril a outubro há déficit hídrico, enquanto que entre novembro a março há o período de excedente hídrico.

Os dados das variáveis climatológicas monitorados nas estações, coletados e tratados em intervalos de tempo de 5 minutos, geraram uma grande massa de dados, sendo em média 8.620 valores mensais de cada variável, o que inviabiliza uma apresentação minuciosa neste texto. Outro tratamento em planilha eletrônica totalizou as séries de 5 minutos em outras acumulados horários, diários, mensais e anuais. Neste texto serão tratadas as totalizações mensais referentes ao período analisado, cujas informações estão sumariadas nos quadros 03 e 04.

3 – Resultados

O tratamento estatístico de frequência relativa acumulada permite avaliar, em termos percentuais, o quanto um valor foi igualado ou superado na série. Este tratamento também é referido como estatística de permanência de um dado valor em relação a uma posição. Como o objetivo deste estudo é avaliar possíveis variações no comportamento da precipitação entre a cidade de Uberlândia e seu entorno, será dispensada então maior atenção aos eventos extremos. De modo geral, as diferenças nas frequências de ocorrências de eventos extremos entre localidades, utilizadas para determinar comportamentos, compreendem pequena parcela dos dados, neste caso, serão feitas análises em permanência de 95 e 99%.



O quadro 03 apresenta o resultado do tratamento de frequência acumulada da variável precipitação.

Freq. Rel Acum (%)	UFU1	UFU3	UFU4	UFU5	UFU6	INMET
30	1.6		1.8		1.8	1.8
40	3.8	3.0	3.5	1.0	3.5	3.4
50	6.7	4.7	5.3	2.2	5.3	5.6
60	10.9	8.3	7.7	4.1	7.7	9.0
70	16.5	14.0	11.1	6.5	11.1	14.0
80	22.9	19.2	16.5	10.0	16.5	19.6
90	33.3	29.9	25.3	18.1	25.3	34.6
95	50.5	39.2	34.3	28.5	34.3	41.3
99	79.3	76.9	66.3	37.7	66.3	86.5
100	98.4	93.2	99.4	38.2	99.4	123.2

Quadro 03 - comparativo das frequências relativas acumuladas dos valores de precipitação.
Fonte: FALEIROS, 2013.

Análise da distribuição de frequência, valores acumulados de precipitação, constantes no quadro 03, demonstra que para permanência de 95%, a estação INMET (área urbana) apresentou valores superiores a 41.3 mm, ficando atrás apenas da estação UFU1 que apresentou valores superiores a 50.5 mm. As diferenças das precipitações entre a estação INMET e as demais estações variaram 9.2 mm, para a estação UFU1 e de -2.1 a -12.8 mm, sendo que a maior diferença é para UFU5. Para os valores acumulados com permanência de 99%, a estação INMET (área urbana) apresentou valores superiores a 86.5 mm, tendo sido os valores mais significativos dentre todas as estações. As diferenças entre a estação INMET e as demais estações variaram entre -7.2 a -48.8 mm, sendo que a maior diferença é para UFU5. No gráfico 3 pode-se visualizar melhor o comportamento das precipitações totais.

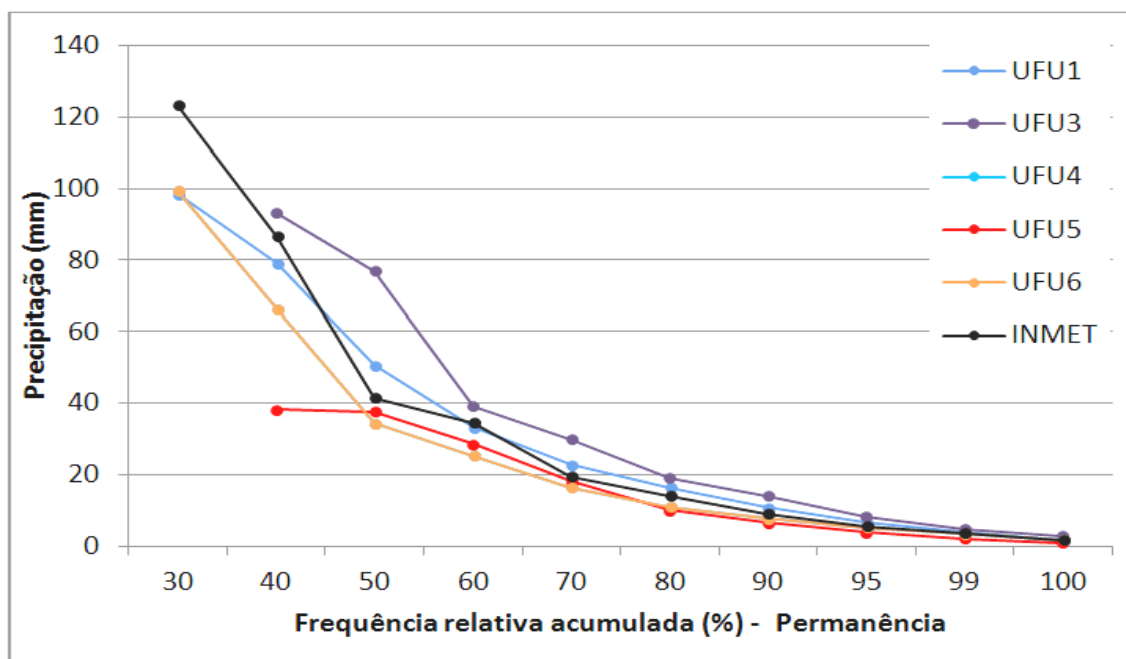


Gráfico 03 - Freqüência relativa acumulada de precipitação total
 Fonte: FALEIROS, 2013.

O quadro 04 apresenta o resultado do tratamento de frequência acumulada dos eventos extremos de precipitação.

Freq, Rel. Acumulada (%)	UFU1	UFU3	UFU4	UFU5	UFU6	INMET
40	2.2	2.1	1.8		1.8	1.8
50	3.7	3.4	3.4		3.4	4.9
60	5.4	4.7	5.3	1.0	5.3	7.7
70	8.2	7.6	7.4	2.8	7.4	10.7
80	13.9	12.9	9.5	4.7	9.5	10.7
90	19.7	18.7	15.2	8.4	15.2	19.7
95	26.8	25.1	18.6	10.5	18.6	27.8
99	38.7	38.6	46.3	19.7	46.3	43.2
100	71.2	72.0	57.0	20.2	57.0	47.6

Quadro 04 - Comparativo das frequências relativas acumuladas dos valores de precipitação, eventos extremos.

Fonte: FALEIROS, 2013.

Análise dos valores acumulados de precipitação, eventos extremos, quadro 04, indica comportamento inverso em relação às precipitações totais. Para permanência de



95%, a estação INMET (área urbana) apresentou valores superiores a 27.8 mm, sendo o maior valor dentre todas as estações. As diferenças entre os valores da estação INMET e as demais estações variaram entre -1.0 a -17.3 mm, sendo que a maior diferença é para UFU5. Para os valores acumulados de precipitação, eventos extremos, permanência de 99%, a estação INMET (área urbana) apresentou valores superiores a 35.5 °C. As estações UFU4 e UFU6, com valores de 46.3 em ambas, superaram o valor da estação INMET. As diferenças entre a estação INMET e as demais estações variaram entre 3.1 a -23.5 °C, sendo que a maior diferença é para UFU5. No gráfico 4 pode-se visualizar melhor o comportamento das temperaturas.

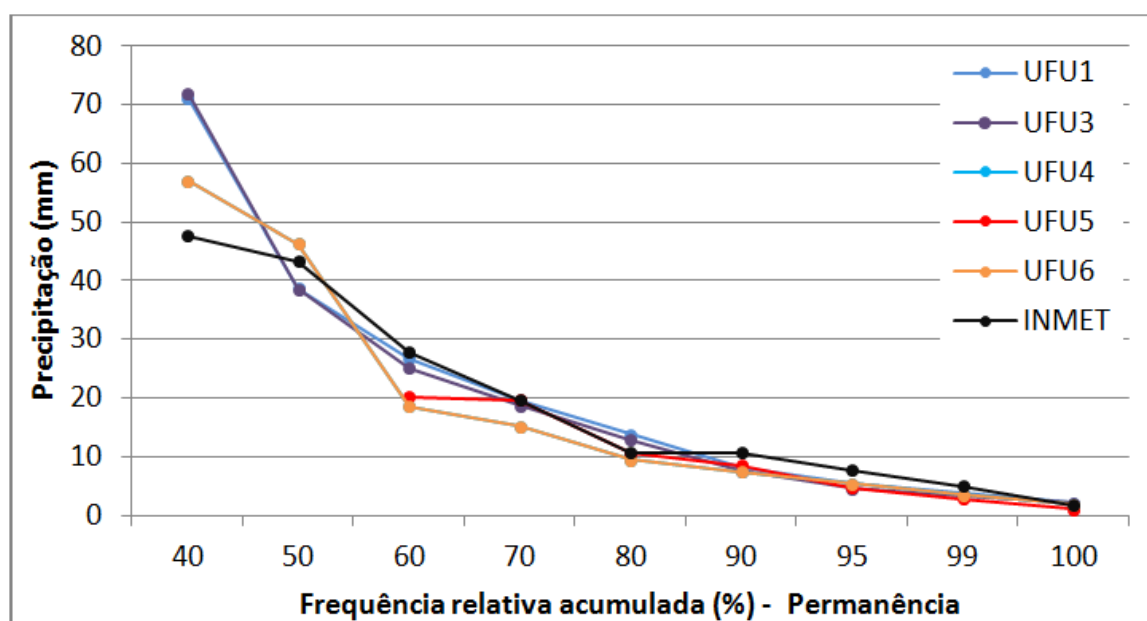


Gráfico 4 - Frequência relativa acumulada (temperaturas máximas)

Fonte: FALEIROS, 2013.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais pela concessão de recursos financeiros, Projeto CRA-APQ-00233-11-166982, que viabilizaram o desenvolvimento desta pesquisa.

4 – Conclusões

Com a intensificação de eventos climáticos extremos torna-se cada vez mais necessário a instalação de sistemas eficientes de previsão e de monitoramento das variáveis climáticas. A baixa densidade da distribuição falta de dados é devido baixa cobertura das estações, o que ocasiona a pouca quantidade de dados. Quanto maior a



quantidade de informações, melhor a compreensão do comportamento climático na região de Uberlândia/MG.

De modo geral, a cidade de Uberlândia apresentou valores superiores de precipitação total quando comparada a zona rural e de outro modo, para a variável precipitações máximas, o comportamento foi inverso.

Os resultados demonstram a complexidade do comportamento climático entre campo e cidade. Especificamente para este estudo, conclui-se que análise embasada em treze meses de dados não é suficiente para estabelecer um padrão de comportamento de precipitação entre a cidade de Uberlândia e seu entorno. Nem tampouco tecer qualquer comentário sobre a influência da estrutura urbana da cidade de Uberlândia na intensificação de eventos extremos de precipitação, uma vez que, de acordo com os dados esses eventos ocorrem com maior frequência na zona rural.

5 - Referências Bibliográficas

BARROS, J. R.; ZAVATTINI, J. A. Bases conceituais em climatologia geográfica. **Mercator**: Revista de Geografia da UFC, Ceará, ano 8, n. 16, p.255-261, 2009. Disponível em: <<http://www.mercator.ufc.br/index.php/mercator/article/viewFile/289/235>>. Acesso em: 14 jun. 2013.

BRAGA, R. M. O espaço geográfico: um esforço de definição. **GEOUSP**: Espaço e Tempo, São Paulo, n. 22, 2007. Disponível em: <http://www.geografia.fflch.usp.br/publicacoes/Geousp/Geousp22/Artigo_Rhalf.pdf>. Acesso em: 14 jun. 2013.

CARVALHO, M. M. de. **Clima urbano e vegetação**: estudo analítico e prospectivo do parque das dunas em Natal. 2001. 276 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2001. Disponível em: <<ftp://ftp.ufrn.br/pub/biblioteca/ext/bdtd/MarciaMS.pdf>>. Acesso em: 15 set. 2013.

DEFFONTAINES, P. **Geografia Humana do Brasil**. 2. ed. Rio de Janeiro: Casa do Estudante Brasileiro, 1952.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. 2005. Disponível em: <<www.ibge.gov.br>>. Acessado em 13ago2005 as 14:33:20

MENDONÇA, F. Teoria e Clima Urbano. In: _____. **Clima Urbano**. São Paulo: Contexto, 2003. P. 9-68.

MONBEIG, P. **Novos estudos de Geografia Humana Brasileira**. São Paulo: Difel, 1957.

OLIVEIRA, A. G. A questão do valor do clima. **Boletim goiano geografia**, Goiânia, v. 29, n 2, p. 101-111, jul. 2009.



SANT'ANNA NETO, J. L. O clima como risco, as cidades como sistemas vulneráveis, a saúde como promoção da vida. **Cadernos de Geografia**, Coimbra, n. 30/31, p. 215-227, dez. 2011. Disponível em: <
http://www.uc.pt/fluc/depgeo/Cadernos_Geografia/Numeros_publicados/CadGeo30_31/Eixo2_6>. Acesso em: 10 set. 2013.

TUCCI, C. E. M. (Org); da SILVEIRA, A. L. L; LANNA, A. E. L; BIDONE, F; SEMMELMANN, F; A. LOUZADA, J.A; BERTONI, J.C; FILHO, K.Z; BELTRAME, L. F. S; BORDAS, M. P; PESSOA, M. L; CAICEDO, N. L; CHEVALLIER, P; PORTO, R. L; CLARKE, R. T; **Hidrologia: Ciência e Aplicação**. 3ª Ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS/ABRH, 2004. 943p.