UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE GEOGRAFIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: ANÁLISE, PLANEJAMENTO
E GESTÃO AMBIENTAL.

Emerson Malvino da Silva

A CIDADE E O CLIMA: impactos das precipitações concentradas e as tendências climáticas em Uberlândia-MG

UBERLÂNDIA
2013

Emerson Malvino da Silva

A CIDADE E O CLIMA: impactos das precipitações concentradas e as tendências climáticas em Uberlândia-MG.

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Geografia.

Área de Concentração: Análise, Planejamento e Gestão Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Douglas Gomes dos Santos

Uberlândia
2013

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

S586c 2013

Silva, Emerson Malvino da, 1974-
A cidade e o clima: impactos das precipitações concentradas e as tendências climáticas em Uberlândia-MG / Emerson Malvino da Silva. -- 2013.
346 f. : il.

Orientador: Douglas Gomes dos Santos.
Tese (doutorado) – Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-Graduação em Geografia.
Inclui bibliografia.

1. Geografia - Teses. 2. Climatologia - Teses. 3. Uberlândia - Clima - Teses. I. Santos, Douglas Gomes dos. II. Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-Graduação em Geografia. III. Título.

CDU: 910.1

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

Programa de Pós-Graduação em Geografia

EMERSON MALVINO DA SILVA

"A CIDADE E O CLIMA: IMPACTOS DAS PRECIPITAÇÕES CONCENTRADAS E AS TENDÊNCIAS CLIMÁTICAS EM UBERLÂNDIA/MG".

Prof. Doutor Douglas Gomes dos Santos - UFU

Prof. Doutor Yarnel de Oliveira Campos – UFPA

Professora Doutora Kátia Mazzei – IFSP

Prof. Doutor Paulo César Mendes - UFU

Prof. Doutor Vanderlei de Oliveira Ferreira – UFU

Data: 28 / 02 de 2013

Resultado: Aprovado

AGRADECIMENTOS

Antes de tudo, agradeço a Deus, aos meus Orixás e Guias, que estão presentes em minha vida desde o dia em que nasci e se farão presentes até o último dia de minha existência.

Ao Prof. Dr. Douglas Gomes dos Santos, pela acolhida, paciência, apoio e valorosa orientação e sugestões para o refinamento do trabalho e os ensinamentos que levarei como exemplo.

À Universidade Federal de Uberlândia, Instituto de Geografia e ao Laboratório de Climatologia e Recursos Hídricos, no qual tive a honra de fazer parte desde o início da Graduação, aos inúmeros estagiários e bolsistas, desde iniciação científica, Mestrado e Doutorado. Agradeço, em especial, ao companheiro de Pós e amigo Arlei, aos estagiários que passaram pelo laboratório durante o período de meu doutoramento, em especial a Aline, Nathalie, Juliana, Gustavo, Leonardo e Samuel, pelas conversas e risadas, ao Prof. Dr. Luiz Antônio, que assumiu brilhantemente o LCRH. Ao Prof. Dr. Washington, pela acolhida inicial no doutorado.

Aos professores do Instituto de Geografia, pelos ensinamentos e convívio em sala e nos corredores durante esses anos, aos Secretários e Técnicos em especial à Dilza, João, Cynara, Mismar, Janete e Lúcia. Um agradecimento especial à Profª. Drª. Rita de Cássia e ao colegiado da Pós em especial à Adairlei.

Ao 5º Distrito de Meteorologia do Instituto Nacional de Meteorologia, Agência Nacional de Águas, Laboratório de Climatologia e Recursos Hídricos e Instituto Nacional de Meteorologia e ao Aterro Público Municipal pela disponibilização dos dados Climáticos ao Correio de Uberlândia e ao Arquivo Público Municipal, pelas reportagens e imagens.

Ao grande amigo Rafael, pela ajuda e incentivo.

Agradeço à Defesa Civil de Uberlândia em especial ao Dimas, Capitão Afonso, pelo apoio.

À banca examinadora da qualificação Professores Doutores Paulo César Mendes e Vanderlei de Oliveira Ferreira pelas preciosas contribuições espero contar com suas argüições no trabalho final e desde já agradeço aos membros que também comporão a banca da Tese.

Um agradecimento especial à Nádia Cristina Ribeiro, companheira e amiga, agora sim, poderemos curtir nosso casamento sem a pressão de nossos doutorados, obrigado por tudo.

Agradeço à minha família pelo apoio nessa jornada, em especial à minha Mãe Ana Vera, minha Avó Sebastiana, espero agora poder retribuir tudo que ambas fizeram por mim. Ao meu Pai, Isaac Divino, e aos meus irmãos Douglas e Viviane, aos meus cunhados Magno e Marck, pela acessoria e manutenção do PC.

A minhas princesinhas/sobrinhas: Camila, que deu uma Lição de Vida de como o Amor pode juntar as pessoas independentemente de credos, quando lutou pela vida e voltou a nos contagiar com sua alegria de viver; à Carolina, que nasceu durante o período do doutoramento e foi um alento, agora o padrinho vai poder sair com vocês e ouvir músicas e ver desenhos etc.

Agradeço à minha Casa de Oração, em especial aos meus Pais de Santo Luciene e Silvio que, juntamente com nossos Guias e Protetores, deram a sustentação para mais essa conquista em minha vida.

Às amigas Márcia e Jeane, que mesmo atarefadas fizeram a correção e formatação do meu trabalho. Ao Gustavo, Marcia e Nathalie, agradeço pela elaboração dos mapas.

À CAPES, pelo apoio financeiro para a elaboração da Tese.

“A natureza, para se deixar comandar, tem de ser obedecida.”

(Francis Bacon)

RESUMO

O crescimento da população urbana promoveu no espaço geográfico uma grande transformação, principalmente na relação da sociedade com o meio natural, surgindo, assim, os problemas ambientais. Essas perspectivas motivaram este estudo sobre o clima em Uberlândia (Minas Gerais), cidade possuidora de uma característica peculiar na distribuição das chuvas na área urbana e nos impactos oriundos desta, que se manifestam atingindo as diversas classes sociais da cidade, independentemente de sua localização no perímetro urbano.Nesse sentido, a compreensão do funcionamento do sistema climático fornece uma base para o entendimento científico que sustenta as atividades humanas nos diversos sistemas de produção, visto que, por apresentar um comportamento muito complexo, seus elementos distribuem-se nas mais variadas escalas – desde o local até o global. A Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) regula a distribuição das chuvas na região Sudeste, a mais populosa do país. Nesse contexto, observa-se a importância desse fenômeno, que regula a distribuição das precipitações, que, por sua vez, podem ocorrer intensamente, provocando deslizamentos em áreas de encostas, enxurradas, alagamentos e enchentes. Nesta pesquisa, verificaram-se que as alterações mencionadas possibilitam a ocorrência de eventos adversos originados da incapacidade da infraestrutura urbana de absorver os infortúnios climáticos, principalmente os críticos, relacionados às chuvas intensas e/ou concentradas, acima dos 30 mm. Outro enfoque desse estudo foi a análise da tendência climática na área urbana de Uberlândia, com ênfase na precipitação e nos impactos extremos. Foram realizadas análises correlacionando os impactos com os efeitos sistemas produtores de chuvas que causaram impactos na cidade, utilizando como referência o jornal *Correio de Uberlândia* para o levantamento dos impactos na cidade.
Verificou-se que as mudanças climáticas identificadas na área urbana refletem uma tendência dos grandes centros, ou seja, alterações nos padrões térmicos na cidade, notadamente nas temperaturas médias mensais, diminuição nas médias das máximas, aumento nas médias das máximas absolutas e diminuição das médias das mínimas absolutas. Essa irregularidade também foi observada na distribuição das chuvas com tendência para o aumento da concentração das precipitações em 24 horas e diminuição dos dias de chuva no início do período chuvoso. Os levantamentos referentes à ação das ZCAS mostraram-se abaixo do esperado: totalizou apenas 30,2% dos casos a partir de 1996. Os impactos levantados nas principais avenidas da cidade (Rondon Pacheco, Professora Minervina Cândia, Getúlio Vargas, João Naves de Ávila) refletem bem essa realidade. Os impactos causados pelas chuvas em Uberlândia afetam toda a população, independentemente de classe social, mas se deve ressaltar a resposta ao impacto: as aéreas mais nobres e de circulação corresponde aos espaços onde há uma reposta ao impacto mais rapidamente, como também observado em outras áreas periféricas, como é o caso da região do Morumbi, Joana D'arc e São Francisco, no setor Leste. Atualmente, a cidade necessita de medidas que realmente resolvam os problemas e não mais de medidas mitigadoras. Necessita-se que as experiências das últimas três décadas forneçam o arcabouço para um desenvolvimento urbano sustentável, com a manutenção e plantio de árvores, ampliação de áreas vedes para melhorar o conforto térmico urbano, retardo do contato das águas pluviais com o solo, com isso evitando o rápido escoamento.

Palavras-Chave: Clima urbano – tendências climáticas – precipitações intensas – Uberlândia/MG.

ABSTRACT

The growth of urban population in the geographic space promoted a major transformation, particularly in the relationship between society and the natural environment, emerging thus environmental problems. These perspectives motivated this study on climate change in Uberlândia (Minas Gerais), a city possessing a peculiar feature in the distribution of rainfall in the urban area and the impacts from this, that manifest reaching the various social classes in the city, regardless of its location in urban perimeter. In this sense, understanding the workings of the climate system provides a foundation for the scientific understanding that underpins human activities in different production systems, presenting a very complex behavior, its elements are distributed in various scales - from local to the global. The Convergence Zone South Atlantic (SACZ) regulates the distribution of rainfall in the Southeast, the country's most populous. In this context, we see the importance of this phenomenon, which regulates the distribution of precipitation, which can occur intensely, causing landslides in areas of slopes, landslides and floods. In this research, it was found that those amendments allow the occurrence of adverse events arising from the inability of urban infrastructure to absorb the waters of rain, critics mainly related to heavy rainfall and / or concentrated above 30 mm. Another focus of this study was the analysis of climate trends in the urban area of Uberlândia, with emphasis on precipitation and extreme shock. Analyses the impacts correlating with the effects of rainfall producing systems that caused impacts in the city, using as reference the newspaper Correio de Uberlândia to assess the impact on the town. It was found that climate change identified in urban areas reflect a trend of major centers, or changes in thermal patterns in the city, notably in average monthly temperatures, decrease in mean maximum, increase in mean maximum decrease in mean absolute and the absolute minimum. This irregularity was also observed in the distribution of rainfall with a tendency to increase the concentration of rainfall in 24 hours and reduction of days of rain at the beginning of the rainy season. Research regarding the action of SACZ was below expectations: totaled only 30,2% of cases from 1996. The impacts raised in the main avenues of the city (Rodon Pacheco, Professora Minervina Candida, Getúlio Vargas, João Naves de Ávila) reflect this reality. The impacts caused by rains in Uberlândia affect the entire population, regardless of social class, but the answer should emphasizes the impact: the noblest and air circulation corresponds to areas where there is a faster response to impact, as also observed in other peripheral areas, such as the region of Morumbi, Joana D'Arc and São Francisco in the Eastern sector. Currently, the city requires measures that truly solve problems and not more mitigation measures. Need to have the experiences of the past three decades provide the framework for sustainable urban development, maintaining and planting trees, to expansion of areas to improve urban thermal comfort, retardation of stormwater contact with the soil, thus preventing a rapid flow.

Keywords: Urban climate - climate trends - intense rainfall - Uberlândia/MG.

LISTA DIAGRAMAS OU FLUXOGRAMAS

Fluxograma 1	Procedimentos para análises	29
Fluxograma 2	Influência da urbanização em escala local.....	69
Fluxograma 3	Sequência de passos para o estudo de drenagem urbana.....	71

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Variação de temperatura e precipitação na história do planeta.....	31
Figura 2	Distribuição da temperatura em uma área urbana.....	53
Figura 3	Circulação das células de circulação local e os efeitos deposicionais de material particulado.....	58
Figura 4	Modelo de fluxo de energia no interior de uma Bacia hidrográfica.....	62
Figura 5	Bacias e Sub-bacias.....	64
Figura 6	Ciclo Hidrológico.....	65
Figura 7	Ocupação urbana tradicional de áreas ribeirinhas em áreas rurais e urbanas..	67
Figura 8	Importância da vegetação para reduzir a velocidade de escoamento superficial.....	70
Figura 9	Circulação Geral da Atmosfera.....	77
Figura 10	Média de frentes frias que atuam no Brasil.....	83
Figura 11	Média de frentes frias que atuam no Brasil por trimestres.....	83
Figura 12	Área de atuação da ZCAS.....	85
Figura 13	Atuação das ZCAS e NZCAS – compostos de precipitação (mm/dia e fluxo de umidade específica na vertical da superfície até 500 hPa.....	89
Figura 14	Atuação das VCANs no Brasil.....	91
Figura 15	Classificação climática de Köppen.....	104
Figura 16	Projeto de revitalização da Av. Governador Rondon Pacheco, 2011.....	116
Figura 17	Imagem das 06:00 UTC de 07/01/96.....	204
Figura 18	Imagem do Satélite GOES-8 no canal infravermelho das 21 UTC do dia 2 de jan./97 e Convergência de Massa (10-5 x s-1), no nível de 925 hPa para o dia 22 de jan./97, às 12 UTC.....	206
Figura 19	Imagem do satélite GOES-8 mostra a ação da ZCAS no canal do Infravermelho das 00 UTC de 02/03/97.....	207
Figura 20	Avanço da MP.....	208
Figura 21	Imagem do satélite GOES-8 dia 12/02/1998.....	210
Figura 22	Ação das ZCAS no dia 14/12/1999.....	213
Figura 23	Ação das ZCAS de 1 a 8 de janeiro de 2000.....	216
Figura 24	Evento da ZCAS de 4 a 8 de fevereiro de 2002 (a) e (b).....	221
Figura 25	Evento da ZCAS de 16 a 24 de fevereiro de 2002 (a) e (b).....	222

Figura 26	Atuação da ZCAS em novembro de 2004.....	227
Figura 27	Campo de linha de corrente e divergência de umidade a 850hPa (a) e Chuva acumulada no evento da ZCAS (b).....	231
Figura 28	Capa do Jornal Correio de Uberlândia do dia 19/10/2006.....	232
Figura 29	Temperatura de Brilho (a) Campo de linha de corrente e Velocidade vertical (b) do episódio da ZCAS – 27 dez. 2006 a 16 jan. 2007.....	235
Figura 30	Formação de um VCANs no dia 22/12/2007.....	243
Figura 31	Totais acumulados em fevereiro de 2008.....	250
Figura 32	Episódio de ZCOU, 19 a 21 de outubro de 2008.....	253
Figura 33	Episódio de ZCAS, dezembro 2008.....	253
Figura 34	Análise sinótica do dia 05/12/1010.....	260
Figura 35	Precipitação do dia 07/01/2011.....	264
Figura 36	Ação das ZCAS em Janeiro de 2011.....	265
Figura 37	Precipitação do dia 25/12/2011.....	268
Figura 38	Ação das ZCAS em Dezembro de 2011.....	269
Figura 39	Organograma do Sistema Municipal de Defesa Civil.....	271
Figura 40	Boletim Meteorológico 07/02/2010.....	272
Figura 41	Boletim Meteorológico 26/06/2010.....	272
Figura 42	Meteogramas regionais, 29/10/2011.....	283
Figura 43	Modelo numérico ETa para dia 29/10/2011.....	283
Figura 44	Análise sinótica do dia 29/10/2011.....	285
Figura 45	Carta sinótica do dia 30/10/2011 00Z.....	294
Figura 46	Tipos de Bocas-de-lobo.....	300

LISTA DE FOTOGRAFIAS

Fotografia 1	Vista aérea da Cidade de Uberlândia.....	97
Fotografia 2	Alagamento na Av. Anselmo Alves dos Santos.....	112
Fotografia 3	Canteiro Central na Av. Anselmo Alves dos Santos.....	114
Fotografia 4	Enchente no rio Uberabinha 05/01/1982.....	188
Fotografia 5	Reconstrução da galeria destruída pela chuva, 23/01/1982.....	190
Fotografia 6	Enchente do Rio Uberabinha 19/01/1983.....	190
Fotografia 7	Estrago na Av. Rondon Pacheco 19/01/1983.....	191
Fotografia 8	Asfalto removido pela força da enxurrada 11/12/1986.....	195
Fotografia 9	Pessoas caminhando na Av. Rondon Pacheco destruída 12/11/1986.....	196
Fotografia 10	Av. Professor Roberto Cunha Santos, 23/12/1999.....	214
Fotografia 11	Enxurrada e alagamento no cruzamento da Av. Rondon Pacheco com rua Paraná 08/03/2000.....	218
Fotografia 12	Asfalto removido pela enxurrada.....	218
Fotografia 13	Rua Alagada no bairro Morumbi, 15/11/2002.....	223
Fotografia 14	Impactos da chuva do dia 12/11/2007 na Av. Governador Rondon Pacheco	239
Fotografia 15	Asfalto arrancado pela enxurrada na Av. Minervina Cândida 12/11/2007.....	241
Fotografia 16	Alagamento e enxurrada atingiu 10 carros e 10 motos na rua José Roberti Migliorini (Próximo ao Parque do Sabiá) 22/04/2008.....	256
Fotografia 17	Reunião do PEP Julho de 2009.....	270
Fotografia 18	Casa inundada no bairro Cidade Jardim	286
Fotografia 19	Desabamento no bairro Tubalina dia 29/10/2011.....	287
Fotografia 20	Carro arrastado pela enxurrada dia 29/10/2011.....	287
Fotografia 21	Enxurrada no início mais acentuado do declive na Av. Getulio Vargas – 30/10/2011.....	296
Fotografia 22	Transbordamento do córrego do Óleo.....	299

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1	Relação entre Vazão e velocidade de escoamento superficial em áreas urbanizadas.....	70
Gráfico 2	Distribuição estratigráfica da atmosfera.....	73
Gráfico 3	Ocorrência de ZCAS mensais no período de 1961-1990.....	87
Gráfico 4	Ombrotérmico da Cidade de Uberlândia (1981-2011).....	103
Gráfico 5	Temperatura média mensal (ºC)(1981-2011).....	122
Gráfico 6	Temperatura média anual (1981-2011).....	123
Gráfico 7	Temperatura média das máximas mensais (1981-2011).....	125
Gráfico 8	Temperatura média das máximas anuais (1981-2011).....	125
Gráfico 9	Temperatura média das máximas absolutas mensais (1981-2011).....	127
Gráfico 10	Temperatura média das máximas absolutas anuais (1981-2011).....	127
Gráfico 11	Temperatura média das mínimas mensais (1981-2011).....	129
Gráfico 12	Temperatura média das mínimas anuais (1981-2011).....	129
Gráfico 13	Temperatura média das mínimas absolutas mensais (1981-2011).....	131
Gráfico 14	Temperatura média das mínimas absolutas anuais (1981-2011).....	132
Gráfico 15	Precipitação média mensal mm (1981-2011).....	134
Gráfico 16	Precipitação anual (mm) (1981-2011).....	135
Gráfico 17	Variação percentual da precipitação anual.....	136
Gráfico 18	Precipitação máxima em 24h amplitude mensal (1981-2011).....	137
Gráfico 19	Número de dias com chuva mensal (1981-2011).....	139
Gráfico 20	Número de dias com chuva anual (1981-2011).....	140
Gráfico 21	Umidade relativa (%) média mensal (1981-2011).....	142
Gráfico 22	Umidade relativa (%) média manual (1981-2011).....	143
Gráfico 23	Umidade relativa (%) média das mínimas mensais (1981-2011).....	143
Gráfico 24	Nebulosidade média mensal em décimos.....	144
Gráfico 25	Nebulosidade média Anual em décimos.....	145
Gráfico 26	Insolação média mensal.....	147
Gráfico 27	Velocidade dos Ventos (1981-2011) segundo a escala de Beaufort.....	149
Gráfico 28	Temperatura média mensal (1981-2010).....	150
Gráfico 29	Temperatura média das máximas mensais (1981-2010).....	150
Gráfico 30	Temperatura média das máximas absolutas mensais (1981-2010).....	151
Gráfico 31	Temperatura média das mínimas mensais (1981-2010).....	152
Gráfico 32	Temperatura média das mínimas absolutas mensais (1981-2010).....	152
Gráfico 33	Precipitação média mensal (1981-2010).....	153
Gráfico 34	Média de números de dias com chuva (1981-2010).....	154
Gráfico 35	Umidade Relativa (%) (1981-2010).....	155
Gráfico 36	Variação da insolação 1981-2010.....	156
Gráfico 37	Teste de Mann-Kendall – Temperatura média e Precipitação (1981-2011)	158
Gráfico 38	Teste de Mann-Kendall – Temperatura média mínima e máxima (1981-2011).....	160

Gráfico 39	Teste de tendência para média das temperaturas mínimas e máximas absolutas.....	161
Gráfico 40	Ocorrências relacionadas a precipitações intensas em Uberlândia (1981-2011) no jornal Correio de Uberlândia.....	183
Gráfico 41	Comportamento da temperatura no dia 05/12/2010.....	261
Gráfico 42	Climograma do dia 05/12/2010.....	262
Gráfico 43	Variação pressão no dia 05/12/2010.....	262
Gráfico 44	Variação da umidade no dia 05/12/2010.....	263
Gráfico 45	Climograma do dia 25/12/2011.....	263
Gráfico 46	Variação térmica no dia 29/10/2011.....	277
Gráfico 47	Variação diária da umidade no dia 29/10/2011.....	277
Gráfico 48	Variação diária da pressão atmosférica no dia 29/10/2011.....	278
Gráfico 49	Precipitação registrada no dia 29/10/2011.....	278
Gráfico 50	Intensidade da precipitação do dia 29/10/2011.....	281
Gráfico 51	Intensidade da precipitação do dia 30/10/2011.....	289
Gráfico 52	Variação térmica no dia 30/10/2011.....	292
Gráfico 53	Variação diária da umidade no dia 30/10/2011.....	292
Gráfico 54	Variação diária da pressão atmosférica no dia 30/10/2011.....	293
Gráfico 55	Precipitação registrada no dia 30/10/2011.....	293

LISTA DE IMAGENS DE SATÉLITES

Imagens de Satélite 1	Represa do Parque do Sabiá, Localização da área canalizada da Av. Anselmo Alves dos Santos sob o Córrego Tijuca.....	113
Imagens de Satélite 2	Área drenada que impacta n proximidade das Avenidas Getulio Vargas e Urapuru.....	120
Imagens de Satélite 3	Área afetada pela pelo alagamento do dia 22/12/2006	234
Imagens de Satélite 4	Área afetada pela enxurrada do dia 12/11/2007 Av. Rondon Pacheco.....	238
Imagens de Satélite 5	Área impactada pela enxurrada no dia 12/07/2007 Av. Professora Minervina Cândiada.....	239
Imagens de Satélite 6	Distribuição de Radares Doppler na Região Centro-Sul.....	274
Imagens de Satélite 7	Precipitação por Satélite 19:30:00 GMT	284
Imagens de Satélite 8	Precipitação por Satélite; 21:00 GMT.....	284
Imagens de Satélite 9	Precipitação por Satélite;21:00 GMT - detalhe bairros de Uberlândia.....	285
Imagens de Satélite 10	Àrea impactada pelas chuvas dos dias 29 e 30/10/2011.....	295

LISTA DE MAPAS

Mapa 1	Evolução urbana em Uberlândia.	95
Mapa 2	Localização da cidade de Uberlândia.....	97
Mapa 3	Mapa de declividade da cidade de Uberlândia.....	100
Mapa 4	Modelo de elevação da cidade de Uberlândia.....	101
Mapa 5	Distribuição dos córregos na cidade de Uberlândia.....	106
Mapa 6	Localização da Bacia Hidrográfica do Córrego São Pedro.....	108
Mapa 7	Ocupação na Bacia Hidrográfica do Córrego São Pedro.....	109
Mapa 8	Localização da área de maior impacto na Bacia do Córrego São Pedro.....	110
Mapa 9	Localização da Bacia Hidrográfica do córrego Tabocas.....	118
Mapa 10	Declividade na Bacia Hidrográfica do Córrego Tabocas.....	119
Mapa 11	Proposta para instalação de mini-postos.....	273
Mapa 12	Distribuição da chuva no perímetro urbano de Uberlândia no dia 29/10/2011	280
Mapa 13	Distribuição da chuva no perímetro urbano de Uberlândia no dia 29/10/2011	291

LISTA DE MOSAICOS

Mosaico 1	Pontos de coleta de dados meteorológicos.....	27
Mosaico 2	Comparativo das modificações na Av. Governador Rondon Pacheco.....	115
Mosaico 3	Inundação e enxurrada na Av. Rondon Pacheco, 14/03/1997.....	207
Mosaico 4	Enchente no dia 17/10/ 2006, na Av. Governador Rondon Pacheco.....	230
Mosaico 5	Acidente que gerou um vítima fatal durante enxurrada na Av. Governador Rondon Pacheco, 17/10/2006.....	231
Mosaico 6	Inundação na Av. João Naves Ávila na interseção co a Av. Anselmo Alves Santos próximo à Prefeitura Municipal de Uberlândia.....	233
Mosaico 7	Efeitos da chuva do dia 3/01/2007 (1) e asfalto destruído pela força da enxurrada do dia 03/01/2007.....	236
Mosaico 8	Impactos da chuva concentrada do dia 12/11/2007.....	240
Mosaico 9	Imactos em pontos distintos da Av. Minervina Cândia 12/11/2007.....	240
Mosaico 10	Impactos da chuva do dia 26/11/2007.....	242
Mosaico 11	Desenvolvimento da ZCAS do dia 13/11/2007.....	245
Mosaico 12	Desenvolvimento da ZCAS do dia 27/11/2007	246
Mosaico 13	Áreas impactadas pela chuva no dia 17/03/2008.....	251
Mosaico 14	Formação de tornado na cidade de Uberlândia.....	259
Mosaico 15	Imagem GOES 12 - Canal 4: 2010-12-05 – 18:30 a 20:30:00 GMT	261
Mosaico 16	Impactos da chuva no dia 25/12/2011.....	268
Mosaico 17	Carro tombado pela força da enxurrada durante a chuva do dia 30/10/2011...	296

Mosaico 18 Perigo representado pela enxurrada à população..... 297
Mosaico 19 Espacialização dos impactos da chuva do dia 30/10/2011..... 297
Mosaico 20 Vistoria da Defesa Civil e Corpo de Bombeiros em área afetada por precipitação concentrada no Bairro Tubalina. 30/10/2011..... 298

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 Locais de coleta de dados..... 27
Quadro 2 Mudanças Climáticas produzidas pela Urbanização..... 51
Quadro 3 Principais fontes poluentes..... 57
Quadro 4 Classificação de bacias hidrográficas..... 72
Quadro 5 Precipitação associadas à ZCAS (1961-1990)..... 87
Quadro 6 Categorias qualitativas para o comportamento da precipitação anual em Uberlândia..... 136
Quadro 7 Escala de ventos de Beaufort..... 148
Quadro 8 Precipitação máxima 24h em Janeiro..... 163
Quadro 9 Precipitação máxima 24h em Fevereiro..... 164
Quadro 10 Precipitação máxima 24h em Março..... 165
Quadro 11 Precipitação máxima 24h em Abril 166
Quadro 12 Precipitação máxima 24h em Maio..... 167
Quadro 13 Precipitação máxima 24h em Junho..... 168
Quadro 14 Precipitação máxima 24h em Julho 168
Quadro 15 Precipitação máxima 24h em Agosto 169
Quadro 16 Precipitação máxima 24h em Setembro..... 170
Quadro 17 Precipitação máxima 24h em Outubro..... 171
Quadro 18 Precipitação máxima 24h em Novembro..... 171
Quadro 19 Precipitação máxima 24h em Dezembro..... 172
Quadro 20 Probabilidade de ocorrência de chuva em dia determinado na cidade de Uberlândia /MG..... 174
Quadro 21 Probabilidade de ocorrência de chuva acima de 30 mm em dia determinado na cidade de Uberlândia /MG..... 175
Quadro 22 Ocorrências oriundas de precipitações em Uberlândia (1981-1997)..... 179
Quadro 23 Ocorrências oriundas de precipitações em Uberlândia (1997-2004)..... 180
Quadro 24 Ocorrências oriundas de precipitações em Uberlândia (2005-2009)..... 181
Quadro 25 Ocorrências oriundas de precipitações em Uberlândia (2010-2011)..... 182
Quadro 26 Anos de atuação do El Niño e La Niña (1980-2011)..... 185

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Produtos decorrentes da queima de combustível em veículos automotores.....	57
Tabela 2	Padrões nacionais de qualidade do ar.....	58
Tabela 3	Estimativa do Equilíbrio radioativo terrestre	75
Tabela 4	Censo Populacional, 2010.....	98
Tabela 5	Análise geoestatística das temperaturas médias mensais	123
Tabela 6	Amplitude das temperaturas médias mensais compensadas.....	123
Tabela 7	Análise geoestatística das temperaturas máximas médias anuais.....	126
Tabela 8	Amplitude das temperaturas máximas anuais	126
Tabela 9	Análise geoestatística das temperaturas máximas médias anuais.....	128
Tabela 10	Amplitude das temperaturas máximas absolutas anuais	128
Tabela 11	Análise geoestatística das temperaturas mínimas médias anuais.....	130
Tabela 12	Amplitude das temperaturas mínimas anuais.....	130
Tabela 13	Análise geoestatística das temperatura média das mínimas absolutas anuais.....	132
Tabela 14	Amplitude das temperaturas mínimas absolutas.....	133
Tabela 15	Análise geoestatística das ocorrências anuais de chuvas	134
Tabela 16	Amplitude da precipitação anual	135
Tabela 17	Análise geoestatística para ocorrência mensal de chuvas concentradas em 24 h..	138
Tabela 18	Amplitude mensal da precipitação mensal em 24h.....	138
Tabela 19	Análise geoestatística para ocorrência anual de chuvas diárias	140
Tabela 20	Amplitude mensal do número de dias com chuva.....	141
Tabela 21	Análise geoestatística da Umidade relativa anual.....	144
Tabela 22	Amplitude mensal da umidade relativa média.....	144
Tabela 23	Amplitude mensal da nebulosidade.....	145
Tabela 24	Amplitude da Insolação média anual.....	147
Tabela 25	Análise de tendência para temperatura média e precipitação.....	158
Tabela 26	Análise de tendência para média das temperaturas mínimas e máximas.....	159
Tabela 27	Análise de tendência para média das temperaturas mínimas e máximas absolutas.....	161
Tabela 28	Distribuição anual das chuvas.....	162
Tabela 29	Frequência (F) e Período de retorno (T) das chuvas totais anuais na cidade de Uberlândia (1981-2011).....	163
Tabela 30	Frequência e Período de retorno para o mês de Janeiro (1981-2011).....	164
Tabela 31	Frequência e Período de retorno para o mês de Fevereiro (1981-2011).....	165
Tabela 32	Frequência e Período de retorno para o mês de Março (1981-2011).....	165
Tabela 33	Frequência e Período de retorno para o mês de Abril (1981-2011).....	166
Tabela 34	Frequência e Período de retorno para o mês de Maio (1981-2011).....	167
Tabela 35	Frequência e Período de retorno para o mês de Junho (1981-2011).....	168
Tabela 36	Frequência e Período de retorno para o mês de Julho (1981-2011).....	169
Tabela 37	Frequência e Período de retorno para o mês de Agosto (1981-2011).....	169
Tabela 38	Frequência e Período de retorno para o mês de Setembro (1981-2011).....	170

Tabela 39 Frequência e Período de retorno para o mês de Outubro (1981-2011)..... 171
Tabela 40 Frequência e Período de retorno para o mês de de Novembro (1981-2011)..... 172
Tabela 41 Frequência e Período de retorno para o mês de Dezembro (1981-2011)..... 172
Tabela 42 Ocorrências de chuvas durante o período seco..... 176
Tabela 43 Ocorrência de ZCAS no Brasil de outubro de 1980 a dezembro de 2011..... 184
Tabela 44 Reanálise dos casos de ZCAS / ZCOU..... 185
Tabela 45 Reanálise dos casos de ZCAS / NZCAS (1996 a 2011)..... 186
Tabela 46 Distribuição das chuvas em 1981..... 187
Tabela 47 Distribuição das chuvas em 1982..... 189
Tabela 48 Distribuição das chuvas em 1983..... 192
Tabela 49 Distribuição das chuvas em 1984..... 193
Tabela 50 Distribuição das chuvas em 1985..... 193
Tabela 51 Distribuição das chuvas em 1986..... 194
Tabela 52 Distribuição das chuvas em 1987..... 198
Tabela 53 Distribuição das chuvas em 1988..... 198
Tabela 54 Distribuição das chuvas em 1989..... 199
Tabela 55 Distribuição das chuvas em 1990..... 199
Tabela 56 Distribuição das chuvas em 1991..... 200
Tabela 57 Distribuição das chuvas em 1992..... 202
Tabela 58 Distribuição das chuvas em 1993. 202
Tabela 59 Distribuição das chuvas em 1994..... 203
Tabela 60 Ação das ZCAS em 1995..... 203
Tabela 61 Ação das ZCAS em 1996..... 205
Tabela 62 Ação das ZCAS em 1997..... 209
Tabela 63 Ação das ZCAS em 1998..... 211
Tabela 64 Ação das ZCAS em 1999. 215
Tabela 65 Ação das ZCAS em 2000. 217
Tabela 66 Ação das ZCAS em 2001..... 220
Tabela 67 Ação das ZCAS em 2002..... 224
Tabela 68 Ação das ZCAS em 2003..... 225
Tabela 69 Ação das ZCAS em 2004..... 226
Tabela 70 Ação das ZCAS em 2005..... 228
Tabela 71 Tabela 69: Ação das ZCAS em 2006..... 229
Tabela 72 Ação das ZCAS em 2007..... 237
Tabela 73 Dados climáticos do dia 12/11/2007..... 247
Tabela 74 Dados climáticos do dia 26/11/2007..... 248
Tabela 75 Ação das ZCAS em 2008..... 250
Tabela 76 Ação das ZCAS em 2009..... 254
Tabela 77 Ocorrências registradas pela Defesa Civil de Uberlândia em 2010..... 256
Tabela 78 Ação das ZCAS em 2010..... 257
Tabela 79 Ação das ZCAS em 2011..... 265
Tabela 80 Ocorrências registradas pela Defesa Civil de Uberlândia em 2011..... 269
Tabela 81 Dados climáticos do dia 29/10/2011..... 279
Tabela 82 Dados climáticos do dia 30/10/2011..... 290

Tabela 83 Temperatura Média Anual e Mensal (1981-2011)..... 323
Tabela 84 Temperatura Máxima Média Anual e Mensal (1981-2011)..... 324
Tabela 85 Temperatura Máxima Absoluta Média Anual e Mensal (1981-2011..... 325
Tabela 86 Temperatura Mínima Média Anual e Mensal (1981-2011)..... 326
Tabela 87 Temperatura Mínima Absoluta Média Anual e Mensal (1981-2011)..... 327
Tabela 88 Precipitação Média Mensal e Total Anual (1981-2011)..... 328
Tabela 89 Precipitação Máxima em 24h (1981-2011)..... 329
Tabela 90 Número de dias com chuva média Mensal e total Anual (1981-2011)..... 330
Tabela 91 Umidade Relativa média mensal e anual (1981-2011)..... 331
Tabela 92 Umidade Relativa média das mínimas mensais e anuais (1997-2011)..... 332
Tabela 93 Nebulosidade média mensal e anual (1981-2011)..... 333
Tabela 94 Insolação em horas média mensal e anual (1981-2011)..... 334
Tabela 95 Ventos (1981-2011)..... 335
Tabela 96 Dados climáticos registrados no aterro Sanitário de Uberlândia no dia 05/12/2010..... 336
Tabela 97 Dados climáticos registrados no aterro Sanitário de Uberlândia no dia 29/10/2011..... 337
Tabela 98 Dados climáticos registrados no aterro Sanitário de Uberlândia no dia 30/10/2011..... 338

LISTA DE SIGLAS

AB	Alta da Bolívia
ANA	Agência Nacional de Águas
ASPS	Alta Subtropical do Pacífico Sul
ASAS	Alta Subtropical do Atlântico Sul
CPTEC	Centro de Previsão de Tempo e Estudos climáticos
CTESB	Companhia Tecnológica de Saneamento Ambiental
GPT	Grupo de Previsão do Tempo
ENOS	El Niño de Oscilação Sul
FPA	Frente Polar atlântica
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IT	Instabilidade Tropical
LCRH	Laboratório de Climatologia e Recursos Hídricos
LI	Linhas de Instabilidade
mm	Milímetro
mEA	Massa Equatorial Atlântica
mEC	Massa Equatorial Continental
mEP	Massa Equatorial Pacífica
mP	Massa Polar
mTA	Massa Tropical Atlântica
mTC	Massa Tropical Continental
mTP	Massa Tropical Pacífica
NZCAS	Períodos da estação chuvosa sem casos de ZCAS
VCAN	Vórtice Ciclônico de Altos Níveis
ZCAS	Zona de Convergência do Atlântico Sul
ZCOU	Zona de Convergência de Umidade

SUMÁRIO

	INTRODUÇÃO	22
	Justificativa / hipótese	24
	Objetivos	26
	Procedimentos	26
	CAPÍTULO 1	
1	Fundamentação teórica e conceitual	35
1.1	Fundamentação teórica e conceitos	35
1.2	Urbanização e clima urbano	42
1.3	Bacia hidrografia e morfologia urbana	63
1.3.1	Bacia hidrográfica urbana	63
1.3.2	Hidrologia e Bacia Urbana	66
1.4	Elementos da atmosfera	73
1.5	Circulação atmosférica	76
1.5.1	Circulação das massas de ar na América do Sul, na região Sudeste e no Triângulo Mineiro	76
1.5.2	Dinâmica das Ação das Frentes Frias no Brasil	82
1.5.3	Caracterização Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS)	84
1.5.4	Zona de Convergência de Umidade (ZCOU)	88
1.5.5	Períodos da Estação Chuvosa Sem Casos de ZCAS (NZCAS)	88
1.5.6	Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis (VCANs)	90
	CAPÍTULO 2	
2	Caracterização da área de estudo	92
2.1	Caracterização das áreas de Impactos pluviais na área urbana de Uberlândia	104
2.1.2	Bacia Hidrográfica do córrego São Pedro (Av. Governador Rondon Pacheco).	107
2.1.3	Considerações sobre as Bacia Hidrográficas dos Córregos São Pedro e Jataí	111
2.1.4	Bacia Hidrográfica do Córrego Tabocas (Av. Professora Minervina Cândida).	116
2.1.5	Avenidas Getúlio Vargas e Uirapuru	120

CAPÍTULO 3

3	Análise temporal dos elementos climáticos na área urbana de Uberlândia.....	121
3.1	Temperatura média.....	121
3.1.1	Temperatura média das máximas	124
3.1.2	Temperatura média das máximas absolutas.....	126
3.1.3	Temperatura média das mínimas	128
3.1.4	Temperatura média das mínimas absolutas.....	131
3.1.5	Precipitação.....	133
3.1.6	Precipitação máxima em 24h (mm).....	137
3.1.7	Número de dias com chuva.....	139
3.1.8	Umidade Relativa (%) média compensada.....	141
3.1.9	Nebulosidade.....	145
3.1.10	Insolação.....	147
3.1.11	Ventos.....	148
3.2	Variação da temperatura e da chuva em Uberlândia (1981 – 2010)	149
3.3	Análise de tendência térmica e pluviométrica na cidade de Uberlândia.....	156
3.4	Análise da freqência (f), e período de retorno (t) das precipitações anuais e totais e em 24h.....	162
3.5	Índices estatísticos para determinação de ocorrências de precipitação em dia determinado na cidade de Uberlândia-MG.....	172

CAPÍTULO 4

4	A ação da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) na produção de eventos climáticos extremos na cidade de Uberlândia/MG.....	177
4.1	Análise dos casos da ocorrência das ZCAS dados.....	184
4.1.1	Ação das ZCAS em 1981 a 1995.....	186
4.1.2	Ação das ZCAS em 1996.....	204
4.1.3	Ação das ZCAS em 1997.....	205
4.1.4	Ação das ZCAS em 1998.....	209
4.1.5	Ação das ZCAS em 1999.....	211
4.1.6	Ação das ZCAS em 2000.....	215
4.1.7	Ação das ZCAS em 2001.....	219

4.1.8 Ação das ZCAS em 2002..... 221
4.1.9 Ação das ZCAS em 2003..... 224

4.1.10 Ação das ZCAS em 2004..... 226
4.1.11 Ação das ZCAS em 2005..... 228
4.1.12 Ação das ZCAS em 2006..... 229
4.1.13 Ação das ZCAS em 2007..... 234
4.1.14 Eventos pluviométricos de novembro de 2007 237
4.1.14.a Evento pluviométrico 12/11/2007..... 237
4.1.14.b Evento pluviométrico 26/11/2007..... 241
4.1.14.c Considerações sobre os eventos pluviométrico dos 12 e 26/11/2007..... 243
4.1.15 Ação das ZCAS em 2008..... 249
4.1.16 Ação das ZCAS em 2009..... 254
4.1.17 Ação das ZCAS em 2010..... 255
4.1.17.a Considerações sobre o evento climático concentrado do dia 05/12/2010..... 258
4.1.18 Ação das ZCAS em 2011..... 263
4.2 Propostas para prevenção dos impactos relacionados às chuvas na cidade de Uberlândia..... 270

CAPÍTULO 5

5 Análise climática dos eventos pluviométricos dos dias 29 e 30 de outubro de 2011..... 276
5.1 Análise da precipitação concentrada do dia 29 de outubro..... 276
5.2 Análise da precipitação concentrada do dia 29 de outubro..... 288

CONSIDERAÇÕES FINAIS..... 301

REFERÊNCIAS..... 305
ANEXOS 323

INTRODUÇÃO

Este é um trabalho de Climatologia Geográfica e as pesquisas desta modalidade, nos últimos anos, têm-se intensificado, como se pode verificar nas diversas abordagens climatológicas e meteorológicas nas diversas leituras realizadas. Destas, originam-se estudos técnicos e científicos que estão pautados na compreensão de métodos clássicos e na aplicação de novas metodologias consagradas nesta temática climática e em seus possíveis aproveitamentos em cada área do conhecimento e, principalmente, na sua aplicação, visto que o conhecimento do clima está intimamente ligado ao desenvolvimento econômico de uma região. Estes foram motivos para o presente estudo, aplicado à cidade de Uberlândia, possuidora de uma característica peculiar na distribuição das chuvas na área urbana e nos impactos oriundos desta, fenômenos que se manifestam atingindo as diversas classes sociais na cidade, independentemente de sua localização no perímetro urbano.

A compreensão do funcionamento do sistema climático fornece uma base para o entendimento científico que sustenta as atividades humanas nos diversos sistemas de produção, visto que, por apresentar um comportamento muito complexo, seus elementos relacionam-se nas mais variadas escalas, do local ao global.

Sant'Anna Neto (2001), ao discutir a "Geografia do Clima", apresenta sua preocupação com a problemática que envolve o clima e as análises geográficas dos problemas decorrentes da interação "ritmo climático – ação antrópica – impacto ambiental".

Constituindo-se como um elemento que determina as condições dos diversos ambientes no planeta, a precipitação, quando ocorre em uma área cujas características naturais foram alteradas pelo homem, tornam-se passíveis de não suportar um volume significativo de chuva, o que acaba por causar transtornos às populações locais.

Na perspectiva de uma mudança climática associada aos efeitos climáticos negativos, também denominado como azares naturais, que podem afetar a população das áreas urbanas, essa problemática apresenta desafios às diversas vertentes do conhecimento que estudam meios de minimizar e prevenir a influência dos fatores climáticos, principalmente a temperatura e a precipitação.

Gonçalves (2003) ressalta que os espaços urbanos são os mais afetados, em comparação com as demais áreas que são alteradas pelo homem por meio da artificialização, provocando alteração do ambiente local e tornando a cidade altamente vulnerável aos eventos

naturais, notadamente nos extremos que provocam na sociedade a necessidade de adaptação, ou seja, um *feedback* às repercussões ambientais.

As áreas urbanas, nas últimas décadas do século XX, passaram por um crescimento acelerado e, ao mesmo tempo, desordenado, associado, muitas vezes, a um planejamento deficitário, o que provoca muitas transformações ambientais e repercutem diretamente sobre a população. Nesse sentido, a busca pela sustentabilidade e a gestão do espaço devem estar dissociadas de medidas paliativas e concentrar-se na busca por soluções eficientes, dissociadas de interesses particulares para solução dos problemas, em especial os relacionados às chuvas.

Tucci (1997) comenta sobre a importância das chuvas para a sociedade, entendendo que esta influencia diretamente seu modo de vida, pois é uma das variáveis climáticas que mais afligem os centros urbanos, seja pelo escoamento superficial acelerado, inundações ou enchentes que provocam grandes transtornos à população desses centros, e afirma que seus impactos não são difíceis de serem identificados.

Este estudo almejou entender a influência da precipitação como elemento que gera impactos no meio urbano, ressaltando a chuva não como "um vilão", mas sim como um componente que pode variar no tempo e espaço em sua ocorrência. Se aliada às grandes transformações desordenadas provocadas pelo homem, podem causar grandes impactos sociais e ambientais.

Para cumprir esse propósito, a tese foi estruturada em seis partes, nas quais se buscou apresentar:

- ✓ Introdução, que apresenta o trabalho, o seu objetivo geral e os específicos, hipótese/justificativa e procedimentos adotados.
- ✓ Fundamentação teórica e conceitual – que apresenta um levantamento sobre a Climatologia e seu desenvolvimento no Brasil, bem como as bases conceituais que nortearam o trabalho.
- ✓ Caracterização da área de estudo – onde será apresentado um histórico da ocupação da cidade de Uberlândia, bem como sua caracterização física.
- ✓ Análise temporal dos elementos climáticos na área urbana de Uberlândia – apresenta a caracterização dos elementos climáticos na cidade de Uberlândia com ênfase na análise do comportamento pluviométrico; uma análise do comportamento térmico e pluviométrico; um comparativo dos elementos nas últimas três décadas (1981-2010); e uma análise de índices estatísticos voltado à ocorrência de chuvas.

- ✓ A ação da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) na produção de eventos climáticos extremos na cidade de Uberlândia/MG – foram identificadas as ocorrências das ZCAS na cidade e foi produzido um levantamento dos impactos decorrentes das chuvas intensas no período de 1981 a 2011.
- ✓ Análise climática dos eventos pluviométricos dos dias 29 e 30 de outubro de 2011 – descreve um estudo de caso de duas precipitações intensas ocorrida nos dias 29 e 30 de outubro daquele ano.
- ✓ Considerações Finais – faz uma análise dos dados obtidos, bem como uma avaliação da metodologia adotada, as perspectivas para futuros estudos relacionados a este tema.

Justificativa/Hipótese

Atualmente, a cidade representa a maior expressão de transformação do espaço geográfico (CONTI, 1998), pensamento também balizado por Lombardo (1985), autora que a define como a maior expressão social do espaço, destacando, assim, sua complexidade.

O crescente interesse do conhecimento relacionado aos centros urbanos está associado ao fato de ser o lugar onde vive uma parcela significativa da população mundial. Nesse espaço, concentram-se diversas atividades comercias de serviços, de gestão, industriais, habitação e lazer. Contudo, os diversos tipos de ocupação da terra é, na realidade, a própria "organização espacial da cidade" ou "espaço urbano" (CORREIA, 2000).

O crescimento acelerado da população urbana, resultado do êxodo rural somado à atração das grandes metrópoles, promoveu no espaço geográfico uma grande transformação, principalmente na relação sociedade e meio natural intensificando, assim, os problemas ambientais.

Nesse sentido, a funcionalidade da cidade surge da necessidade desta organizar-se para atender à população local. Assim, a gestão urbana surge como a solução imediata para solucionar os problemas de infraestrutura inerentes ao crescimento, tendo a obrigação de adequação, visto que os impactos oriundos do desenvolvimento acabam por refletir sobre a própria sociedade.

As cidades, principalmente as grandes, apresentam vastas superfícies com áreas construídos e também vazios que caracterizam este ambiente artificial, que degrada o meio

ambiente e, ao mesmo tempo, sofre com a diminuição da qualidade de vida da população urbana.

Percebe-se, por conseguinte, que as mudanças ambientais refletem-se diretamente nos problemas identificados no espaço urbano, pois ao alterar uma área natural para construção de casas, canalizar um córrego para construir uma avenida, causa-se a modificação do uso do solo e aumentam-se consideravelmente o balanço térmico, o balanço hídrico e o balanço hidrológico local, potencializando a vulnerabilidade aos desastres naturais.

Devido à sua localização, a cidade de Uberlândia, situada na região Sudeste, que, segundo Nunes; Viscente; Candido (2009) é uma região de transição entre regimes úmidos (Brasil Meridional) e alternadamente úmidos e secos (Brasil central), acaba sendo influenciada pela continentalidade que atua diretamente nas condições de temperatura e umidade. Também deve ser considerado, em sua posição geográfica, o fato de estar situada em uma faixa de conflitos de sistemas tropicais e extratropicais influenciada pela frente polar.

A Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) regula a distribuição das chuvas na região sudeste (CARVALHO; JONES, 2009). Sendo a mais populosa do país, com 80.353.724 milhões de habitantes, o que representa 42,1% (IBGE, 2010). Nesse contexto, observa-se a importância desse fenômeno, que regula a distribuição das precipitações que podem ocorrer intensamente, provocando deslizamentos em áreas de encostas, enxurradas, alagamentos e enchentes, sendo estas o caso da abordagem neste estudo, em uma região de planaltos.

Perante essas perspectivas, na busca pelo conhecimento da cidade e do clima que nela atua, verificou-se que as alterações mencionadas possibilitam a ocorrência de eventos adversos originados da incapacidade da infraestrutura urbana de absorver os infortúnios climáticos, principalmente os críticos *pluvial hazards*.

Perante essa problemática, nas últimas décadas foi elencado um aumento considerável de estudos em cujo escopo está alicerçado o entendimento dos eventos climáticos extremos que resultam das alterações climáticas locais e refletem diretamente na qualidade da vida urbana.

Partindo do exposto, a hipótese deste estudo busca responder a alguns questionamentos: Quais eventos provocam mais impactos urbanos, as ZCAS ou as chuvas associadas sistemas frontais? Com isso, procura-se compreender como os eventos pluviais intensos afetam a população de Uberlândia.

Objetivos

Como objetivo geral, a tese se propôs a uma analise as condições do clima com vistas a identificar uma tendência climática na área urbana de Uberlândia com ênfase na precipitação e nos impactos extremos decorrentes no período delimitado entre 1981-2011. Nos objetivos específicos, procura-se:

1) Caracterizar o clima urbano, suas variáveis e infortúnios frente à expansão urbana de Uberlândia;
2) Conhecer a tendência do clima urbano de Uberlândia;
3) Quantificar e correlacionar os eventos pluviométricos intensos na área urbana associados às notícias vinculadas nos meios de comunicação local (1981-2011) e nos dados da Defesa Civil;
4) Analisar o padrão das ZCAS e como estas atuam nos impactos pluviométricos extremos na área urbana.

Procedimentos

> *Toda e qualquer sistemática na técnica de analise no interior da cidade, realizada pelo geógrafo, deve ser conduzida por uma ótica que revele 0 clima da cidade como algo que e produzido a partir de um fenômeno de transformação de energia num jogo integrado entre 0 ar atmosférico e o ambiente urbano edificado pelo homem. Ambiente complexo, cuja visão estática expressa pela estrutura deve acompanhar-se do dinamismo gerado per suas funções*.
>
> (MONTEIRO, 1990a, p. 64)

Para a realização deste estudo, fazem-se necessários o levantamento bibliográfico e a coleta de dados históricos do período de 1981 a 2011, totalizando 31 anos de dados contínuos obtidos junto ao Laboratório de Climatologia e Recursos Hídricos (LCHR) da Universidade Federal de Uberlândia (dados climáticos), bem como junto à rede automática do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), localizados nas coordenadas da área em estudo, dados pluviométricos da fazenda Letreiro, na qual a Agência Nacional de Águas (ANA), localizada na área rural próximo à cidade, Aterro Sanitário de Uberlândia no Distrito Industrial, dados

coletados nos episódios do bairro Roosevelt (12 de novembro de 2007) e Cidade Jardim (29 e 30 de outubro de 2011).

Quadro 1: Locais de coleta de dados.

Locais	Coordenadas geográficas
Laboratório de Climatologia e Recursos Hídricos Estações: Convencional e Automática (INMET) (1996 a 2011)	18°55'1.61"S / 48°15'20.39"O
5° Distrito de Meteorologia (5º DISME) "Parque do Sabiá" (1981 a 1996)	18°54'29.23"S / 48°14'27.56"O
Aterro Sanitário de Uberlândia (2007 – 2011)	18°52'43.47"S / 48°19'33.90"O
ANA (Fazenda Letreiro) 1981 – 2011	18°59'5.19"S / 48°11'35.16"O
Casa (Cidade Jardim) episódios 29 e 30 de Outubro de 2011	18°56'57.12"S / 48°18'7.16"O
Bairro Roosevelt episódios (2007-2008)	18°53'22.55"S / 48°15'58.42"O
Base Avançada do IBAMA (2003-2010)	18°56'3.16"S / 48°19'33.97"O

Org.: Silva (2012).

Mosaico 1: Pontos de coleta de dados meteorológicos (1) Estação convencional do LCRH e automática INMET; (2) Estação automática do Aterro Sanitário de Uberlândia;(3) Ponto de Coleta no Bairro Roosevelt; (5) Estação convencional da ANA.



Fonte: Silva, 2011; Queiroz, 2009 e 2012. Org.: Silva (2012).

Posteriormente, foram feitos levantamentos das ocorrências e pesquisas bibliográficas em jornais, por meio dos registros de noticiários dos telejornais referentes aos impactos pluviométricos das ocorrências de ações da Defesa Civil de Uberlândia (ROTA199)[1]. Além disso, realizaram-se associações entre as ocorrências para posterior análise dos dados climáticos.

Outra importante ferramenta foi acompanhamento e análise das cartas sinóticas obtidas junto ao Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC), cujos dados favoreceram o entendimento dos mecanismos da circulação atmosférica atuantes na região (espaço regional) e na cidade (espaço urbanizado), conforme proposto por Monteiro (1976; 2003).

Concomitantemente, foi realizado um levantamento em áreas passíveis de sofrerem os impactos significativos de precipitação por meio de levantamentos cartográficos da cidade, fazendo uma setorização dos ambientes geográficos utilizando as análises por bacias hidrográficas presentes na área urbana com vistas a identificar as características de cada área para, então, observar como elas respondem a uma precipitação concentrada.

Além disso, foi feita uma criteriosa avaliação das obras urbanas que objetivam minimizar os impactos pluviométricos, registrados pela mídia impressa, relacionando-as com as precipitações registradas na cidade e os impactos das mesmas na área urbana, além de analisar as ações da Defesa Civil e do Plano de Emergências Pluviométricas (PEP).

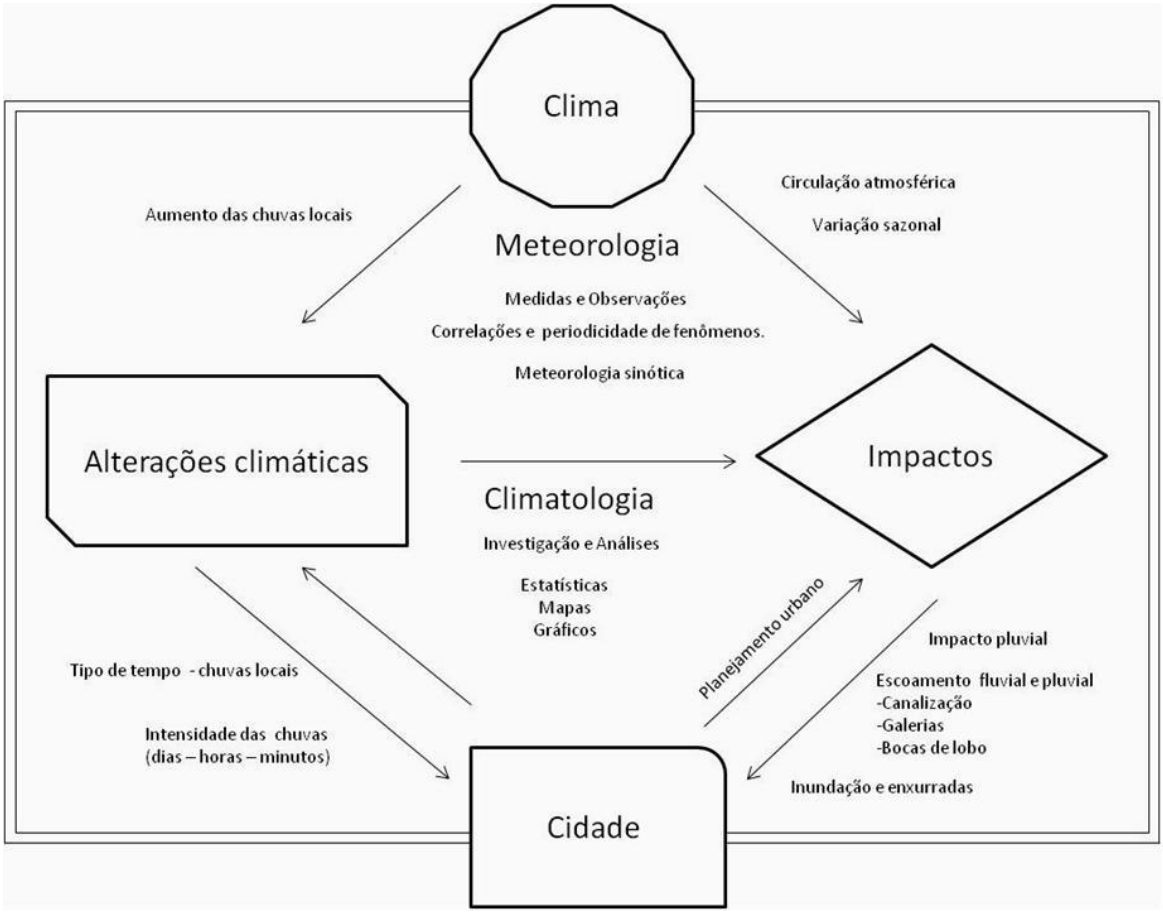
De posse destes dados, foram realizadas as análises correlacionando os impactos com os efeitos da ZCAS, os Sistemas Frontais (SFs) os eventos isolados associados Frente Frias (FF) estacionária ou persistentes e os Períodos da estação chuvosa sem casos de ZCAS (NZCAS), que causaram impactos na cidade, utilizando como referência o jornal *Correio de Uberlândia* (1981 a 2011) para o levantamento dos impactos na cidade. Também foram utilizados os dados meteorológicos disponíveis na cidade apresentados no Quadro 05. Destacou-se a maior riqueza de detalhes no período compreendido entre 2007 e 2011, quando foi instalada na cidade a estação automática do INMET e do Aterro Sanitário.

Outro aspecto importante deste estudo é a proposta de abordagem, cuja análise foi pautada nos impactos pluviais urbanos, relacionando-os por bacia hidrográfica, adequado para os estudos climáticos realizados em Uberlândia no cerrado mineiro por Mendes (1997, 2001), Silva (2003), Rodrigues (2006), Queiroz (2009) e Andrade (2011). O Fluxograma 1 apresenta,

[1] Nome dado aos relatórios das ocorrências registradas pela Defesa Civil de Uberlândia.

resumidamente, os procedimentos adotados para a identificação dos problemas e para a análise dos impactos na área urbana de Uberlândia.

Fluxograma 1: Procedimentos para análises.



Org.: Silva (2012).

Os estudos de Gonçalves (2003), Valente; Gomes (2009) e Berton; Tucci (2009) enfatizam que, para entender a pluviometria, deve-se considerar a altura pluviométrica em uma região considerando que não haja infiltração; a duração da chuva (minuto ou hora), sua intensidade, o tempo de recorrência e a frequência de probabilidade com vistas a abranger as ocorrências extremas.

A intensidade, conforme descrito por Berton; Tucci (2009, p. 181-182) "é medida por unidade de tempo, medida pela relação i=P/t, expressa em mm/h ou mm/min indicando a variabilidade temporal, mas para a análise dos processos hidrológicos". Já a frequência "é a probabilidade de um fenômeno igual ou superior ao analisado, se apresentar em um ano qualquer (probabilidade anual)".

Dessa maneira, procurando entender o comportamento climático, principalmente o pluviométrico, foi realizada uma análise do clima urbano da cidade de Uberlândia e suas variáveis, utilizando uma série histórica de 31 anos que, climatologicamente, é ideal para a definição de um clima em determinado local. Simultaneamente, foi realizado o teste não paramétrico de Mann-Kendall para identificar os possíveis sinais das alterações associadas ao aquecimento global na área de estudo, incessantemente discutido pela comunidade científica mundial.

A questão do aquecimento global gera grandes discussões entre os ambientalistas que, na sua maioria, atribuem toda culpabilidade à ação antrópica; contudo, uma análise mais criteriosa baseada em evidências geomorfológicas e paleoclimatológicas evidenciam que as oscilações climáticas são resultado da dinâmica do planeta. Onça (2011), nesse contexto, destaca que o estudo do clima do passado utilizando registros fósseis (a dendroclimatologia), a partir da análise dos isótopos de oxigênio e os estados das geleiras e os registros históricos.

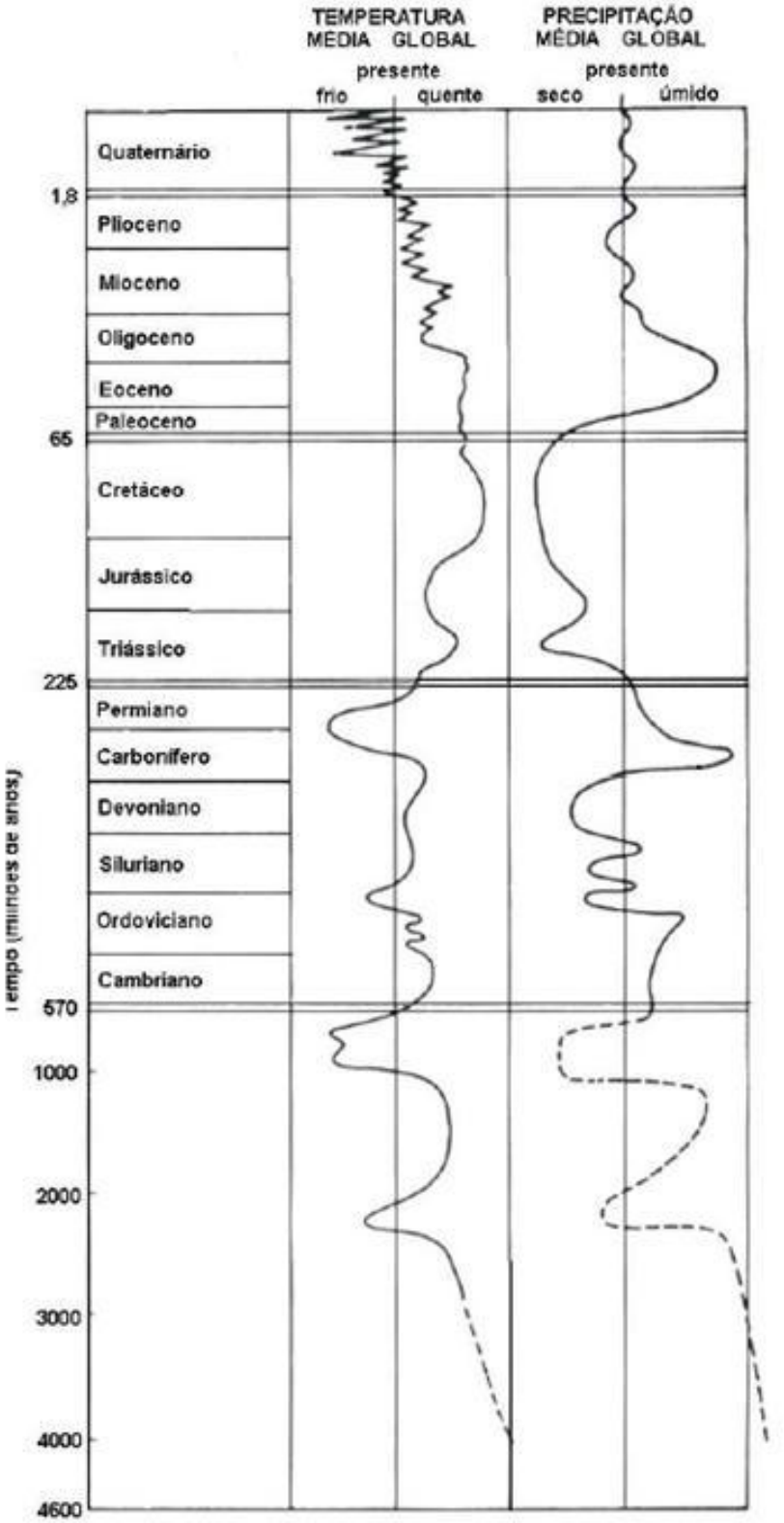
A Figura 01 apresenta a variação de temperatura e precipitação no decorrer das eras geológicas, onde se observa as grandes oscilações no decorrer da história planetária, e evidencia que o homem pode sim degradar o meio ambiente, exaurir os recursos naturais, poluir rios e oceanos, desmatar as florestas, mas uma força superior a ele – a dinâmica planetária e forças extraterrestres (como a atividade solar) – atua decisivamente no comportamento e ritmo climático de nosso planeta.

Nesse aspecto, o conceito de autoregulação global do clima apresenta-se como uma solução para o entendimento da hipótese de Gaia, descrita por Lovelock (2006), que adota a biosfera como um sistema de controle ativo e adaptativo capaz de manter a Terra em homeostase. Essa teoria não foi bem aceita pelo meio científico, contudo:

> Na melhor das hipóteses, eles consideraram desnecessária como explicação dos fatos da vida na Terra; na pior, consideraram-na imediatamente nos termos mais desdenhosos. Os únicos cientistas que a receberam bem as idéias foram uns poucos meteorologistas e climatologistas. (LOVELOCK, 2006, p. 33).

A autoregulação descrita pode ser notada na sazonalidade, observando-se a dinâmica da precipitação; conclui-se que a ocorrência de veranicos nos meses de dezembro e janeiro provoca uma compensação que intensifica as chuvas nos meses sequentes, podendo prolongar-se até os meses ditos como secos (maio e junho).

Figura 1: Variação de temperatura e precipitação na história do planeta, segundo Frakes (1979).



Fonte: Onça (2011, p. 125).

Retomando a questão que envolve as alterações climáticas nas cidades, o crescimento/aquecimento-urbano reflete essas alterações e o entendimento destas perpassa pelo teste não paramétrico de Mann-Kendall, proposto inicialmente por Sneyers (1975), que considera a hipótese de estabilidade de uma série temporal. Nesse sentido, a sucessão de valores denota deformação independente e a distribuição de probabilidade deve permanecer sempre a mesma (série aleatória simples) representado na Equação 1, sendo recomendado pela Organização Meteorológica Mundial (OMM), pois permite a identificação em estudos das tendências e séries temporais meteorológicas partindo do princípio que a estabilidade é ideal para analisar mudanças climáticas em séries históricas. Outra aplicação deste teste pode ser observada em séries descontínuas com distribuição desconhecida (RODRIGUES et al., 2010).

Nesse teste, ao considerar-se a Equação 1, toma-se a hipótese nula (H_0) tem-se que ausência de tendência; nesse caso, os dados necessariamente precisam representar variáveis aleatórias igualmente distribuídas. A equação (1) representa o teste de Mann-Kendall:

$$S=\sum_{j=i+1}^{n}\left(R_j-R_i\right) \qquad \text{Eq. (1).}$$

Onde:

Rj e Ri representam a ordem relativa de cada elemento da série temporal. As diferenças (Rj - Ri) recebem valor zero (0) se (Rj - Ri) = 0; [-1] se (Rj - Ri)> 0 e, por fim, [1] se (Rj - Ri)<0. Supondo H0 seja verdadeira, o S deve apresentar uma distribuição aproximadamente normal com média zero e variância Var(S) = [(n*(n-1)*(2*n+5)]/18.

A estatística de teste Z é dada pela Equação (2):

$$Z=\begin{cases}\dfrac{S-1}{\sqrt{Var(S)}} & \text{se } S>0\\[2ex] \dfrac{S+1}{\sqrt{Var(S)}} & \text{se } S<0\\[2ex] 0 & \text{caso contrário}\end{cases} \qquad \text{Eq. (2)}$$

E ao adotar um nível de significância de 95%, H_0 é rejeitado se $|Z|>z\alpha/2$, em que o valor $z\alpha/2 = 1,96$ é obtido da tabela normal padrão. O sinal da estatística Z indicará se a tendência é positiva (Z>0) ou negativa (Z<0).

Para entender o comportamento dos elementos climáticos, temperatura, precipitação e umidade relativa, serão empregadas análises de suas médias correlacionando com medidas de tendências centrais (média, moda e mediana) e dispersão (amplitudes, variâncias e desvio-padrão) para melhor entender o comportamento de suas variações.

A média representa o valor mais frequente de uma amostra, a moda é o valor que repete com maior frequência, não sendo afetada por valores extremos, a mediana divide um determinado conjunto ordenado de dados em duas partes iguais e também não é afetada por valores extremos (ANDRIOTTI, 2009).

Para entender a variação entre os valores da amostra cujos dados sejam muito dispersos para serem analisados pela tendência, pode-se utilizar a dispersão como a amplitude, que é a diferença entre o maior e o menor valor; a variância não representa as dimensões dos valores iniciais, mas sim o quadrado dessas dimensões é representado por $\mathbf{S^2}$, que é um valor exato para uma amostra de 100 observações; o desvio padrão representa a raiz quadrada positiva da variância, representado por **S** (ANDRIOTTI, 2009).

Outro tratamento estatístico feito sobre as chuvas na área de estudo foi a análise dos índices estatísticos aplicados à prevenção de impactos pluviais. Para sua realização, foram elaboradas tabelas para cada mês do ano, com registros diários de precipitação do período de 1981 a 2011. A partir dos dados de precipitação, fez-se o cálculo estatístico baseado na fórmula:

$$\rho = \frac{\lambda \,.\, \sigma}{\delta_t}$$

ρ = probabilidade

λ = ocorrências observadas

σ = 100%

δ_t = anos analisados

Para identificar os impactos na área urbana delimitado e as bacias hidrográficas que historicamente apresentam problemas decorrentes de ocorrência de precipitações intensas, elencadas nas ocorrências pluviométricas associadas a precipitações concentradas, foram

utilizadas reportagens do *Jornal Correio de Uberlândia*, além de arquivos de ocorrências da Defesa Civil da cidade de Uberlândia, conforme citado anteriormente.

Para a delimitação das áreas e bacias Urbanas, foram utilizadas as cartas topográficas na escala 1:25.000 e folhas SE, 22-Z.B VI-3-NE (Córrego das Moças), Folha SE, 22-Z-B VI-3-SE (Uberlândia), Folha SE, 22-Z-B VI-3-No (Pau Furado), Folha 22-Z-B VI-4-SO (Cachoeira da Sucupira); para compor o mapa base da área Urbana, também foram utilizadas cartas topográficas na escala de 1:100.000 obtidas junto ao site do IBGE. Por meio do levantamento de dados e informações da sequência histórica, foi feita a identificação dos eventos mais significativos associados à dinâmica climática e das chuvas e a sua identificação no espaço.

Para fazer a representação da distribuição das chuvas na cidade de Uberlândia, estes foram obtidos em pontos distintos após a tabulação e a totalização, quando então foram elaborados os mapas que espacializaram os mesmos utilizando o Sistema de Informação Geográficas (SIG); junto a estas bases, foram feitas interpolações dos dados pluviométricos a partir do método de Interpolação Linear, o chamado *Spline*, gerando, assim, o comportamento da distribuição das chuvas na área de estudo. Também fez-se uso de Imagens do Google Earth e Maps.

1 – FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E CONCEITUAL

Clima é aquilo que esperamos; tempo é aquilo que sentimos.
Mark Twain

1.1 Fundamentação teórica e conceitos

Na evolução do pensamento geográfico, o clima aparece como um elemento definidor do meio natural. Nesse contexto, surgiram referenciais e concepções aplicados em análises centradas no entendimento da dinâmica climática com enfoque principal na compreensão do funcionamento do sistema climático. Esta pesquisa, portanto, fundamentou-se em estudos clássicos associados à definição de clima e estados de tempo, que permearam discussões teóricas desde o final do século XIX até os dias atuais. Dentre os autores utilizados podem-se destacar Hann (1883), Morize (1891), Draenet (1897), Carvalho (1916, 1917), Sorre (1934), Ratisbona (1942), Köppen (1948), Pédèlaborde (1959), Monteiro (1950, 1962, 1963, 1970, 1971 e 1973). Tais conceitos também foram aplicados por pesquisadores de diversas áreas do conhecimento, como a Engenharia, Arquitetura, Meteorologia e Geografia, em estudos voltados para o espaço urbano.

A climatologia é um dos ramos da geografia física, e tem sua gênese nas ciências naturais associadas à "Teoria Geral da Terra", de Alexander Von Humboldt. Em suas expedições, Humboldt obtinha dados dos elementos meteorológicos e, posteriormente, extraía as médias das temperaturas para, então, espacializá-las, criando isolinhas e classificando-as em quente, temperado e frio. De posse destes elementos analisava-os e associava-os aos demais constituintes da paisagem.

O austríaco Julius Ferdinand Von Hann, por sua vez, apresentou, em 1883, a obra *Handbuch der Klimatologie* em três volumes, nos quais abordou a climatologia geral, realizando uma descrição dos climas regionais, com a finalidade de estabelecer um estudo mais coeso. O referido autor escreveu, ainda, mais três obras, respectivamente intituladas: *Die Erde als, ihre Atmosphere und Hydrosphäre (*1872), *Atlas der Meteorologie* (1887) e

Lehrbuch der Meteorologie (1901). É válido lembrar que é atribuída a Hann a primeira definição de tempo e clima, como descrito por Sant'Anna Neto (2003):

> Pela palavra clima queremos significar a súmula dos fenômenos meteorológicos que caracterizam a condição média da atmosfera em qualquer lugar da superfície terrestre [...] o que chamamos de tempo é somente uma fase da sucessão dos fenômenos, cujo ciclo completo, reproduzindo-se com maior ou menor regularidade em cada ano, constitui o clima de qualquer localidade (SANT'ANNA NETO, 2003, p,11).

Sobre os aspectos do clima do Brasil, Sant'Anna Neto (2003) destaca três obras pioneiras do final do século XIX e início do XX:

> [...] a de Henrique Morize (1889), a do Alemão Frederico Draenert (1896) e ade Delgado de Carvalho (1917), pelo fato de tratarem o clima do Brasil, em extensão territorial, em busca de uma síntese e preocupações com uma proposta de classificação, em sintonia com as diretrizes traçadas por Julius Hann e indicando uma contribuição e colaboração como trabalho de Koeppen (1948) (SANT'ANNA NETO (2003, p. 6).

Henrique Morize incentivou os estudos climatológicos quando publicou *Esboço da climatologia do Brasil,* em 1891, destacando o regime e variabilidade climática brasileira. Já Frederico Draenert (1896) caracterizou a variabilidade dos fenômenos, com ênfase na relação entre a disposição do relevo e a incidência pluviométrica na Serra do Mar. Por sua vez, Delgado de Carvalho, em seus estudos, relacionou o desenvolvimento econômico e o clima apoiado na ideologia possibilitista de Vidal de La Blache e nas ideias da geografia física, de Emmanuel Martone, de cujas obras destacam-se *Climatologie du Brésil*, em 1916 e *Meteorologie du Brésil*, em 1917.

A contribuição de Köppen deu-se a partir de diversos trabalhos de caracterização climática regional, nos quais utilizou as médias aritméticas na comparação dos elementos climáticos, agrupando-os por meio do conceito de tempo tido como uma fração dos fenômenos atmosféricos. Como resultado, Köppen elaborou uma classificação climática que até os dias atuais é utilizada. Ely (2006) complementa que:

> [...] o referido pesquisador defendia a observação e o registro cotidiano das condições atmosféricas dos lugares, preocupação demonstrada pelo emprego da expressão "processo ordinário". Através dessa observação sequenciada seriam elencados os tipos de tempo e os climas regionais, distinguindo a efemeridade do primeiro e a persistência do segundo, o que possibilitava algumas análises sobre o caráter dinâmico das condições atmosféricas (ELY, 2006, p. 49).

Sobre o legado de Hann e Köppen, a referida autora destaca:

> As contribuições de Hann e Köppen se constituíram nos primeiros passos para a construção de um projeto que elevasse os estudos climatológicos ao status de conhecimento científico em termos positivistas, pois preconizavam a observação dos elementos climáticos, posteriormente transpostos para a linguagem matemática (dados), visando o estabelecimento das leis gerais de sua regulamentação, universalizando o conhecimento dos mecanismos de funcionamento desses fatos, tornando-os coisas passíveis de mapeamento e classificação em suas manifestações absolutas, vislumbrando a continuidade do progresso do conhecimento coeso e da sociedade (ELY, 2006, p. 49).

Em outro aspecto, uma variação dos estudos climáticos e sua influência no organismo humano foram realizadas por Humtington, em 1915, quando apresentou sua teoria conhecida como "mal dos trópicos", na sua obra *Civilization and Climate*, afirmando que o mundo tropical não favorece o desenvolvimento econômico (SANT'ANNA NETO, 2003). Esse pensamento denota a mentalidade do final do período colonial, no qual os colonizadores afirmavam que os índios não eram aptos ao trabalho devido à influência da tropicalidade. Hoje, sabe-se que, culturalmente, não eram dados ao trabalho intensivo, mas esse dito foi utilizado para justificar o tráfico negreiro para o Brasil:

> A escravização do índio chocou-se com uma série de inconvenientes, tendo em vista os finais da colonização. Os índios tinham uma cultura incompatível com o trabalho intensivo e regular e mais ainda compulsório, como pretendido pelos europeus. Não eram vadios nem preguiçosos. Apenas faziam o necessário para garantir sua subsistência, o que não era difícil em uma época de peixes abundantes, frutas e animais [...]. As noções de trabalho contínuo ou que hoje chamaríamos de produtividade eram totalmente estranhas a eles (FAUSTO, 2006, p. 49).

Em oposição a esse pensamento, Afrânio Peixoto, médico sanitarista, estudou o clima das doenças no Brasil, em seu livro *Clima e Saúde*, apresentado em 1938. Nele, associou a influência do clima às condições de higiene e aos aspectos socioeconômicos para definir as áreas endêmicas. Analisou, também, a meteoropatologia por meio das variações sazonais de calor e umidade, relacionando-as à morbidez e às epidemias e endemias, principalmente aquelas associadas ao clima dos países de clima quente como o Brasil:

> Não só nos países quentes, senão em todos; não só calor e umidade, senão todos os fatores meteorológicos, a periodicidade deles nas estações, sua ação imediata sobre o organismo humano, como a ação imediata sobre a natureza viva (animais, vegetais, micróbios) e até o meio ambiente [...]. (PEIXOTO, 1938, p. 171).

Como destacou o referido autor, a meteoropatia associa-se ao comportamento humano, sendo um reflexo das variáveis meteorológicas relacionadas às condições do tempo, que influenciam o psicológico humano, definido pelo autor como *Sindromos Meteoropatológicos:*

> [...] nas síndromes meteoropatológicas havia grande quota de imaginação: os delicados, os vadios, vaporosos e desocupados, ordinariamente ricos e vagabundos, que podem cultivar todos os melindres de saúde nos consultórios elegantes e procurados, é que são os neuro-meteoropatas. Estes "doentes", como não têm outras idéias para troca, conversam obsessivamente sobre o tempo, que faz, que fez, que fará. [...] Temas literários de conversação mundana. A meteoropatologia depende do imposto de renda (PEIXOTO, 1938, p. 172).

Nesse ponto, fica evidente a critica a uma parcela da sociedade brasileira do início do século XX, que ostentavam luxo e poder. Na mesma obra, defendeu a *Aclimação* e destacou a adaptação dos indivíduos a um clima adverso fácil e imediato. (PEIXOTO, 1938).

No início do século XX, o enfoque foi dado à identificação dos sistemas produtores dos tipos de tempo, com destaque para os estudos de Américo Silvado (1902), Beaufort de Mattos (1906), Ferraz (1934), Adalberto Serra e Leandro Ratisbona (1942), que apresentaram trabalhos sobre a circulação atmosférica no continente sul-americano, com a inserção da meteorologia sinótica, que contribuiu consideravelmente para com as pesquisas voltadas à climatologia dinâmica.

Megale (1984) ao traduziu a obra de Sorre (1936) na qual apresentou o conceito de clima, onde:

> [...] o clima, num determinado local, é uma série de estados atmosféricos acima de um lugar em sua sucessão habitual. E o tempo que faz nada mais é que cada um desses elementos (pressão, temperatura, higrometria, temperatura e precipitação) considerados isoladamente (SORRE, 1936, p. 32).

Dessa definição, os referidos autores concluíram que os estados atmosféricos variam com o tempo e com certo ritmo. De acordo com Ely (2006), esses pesquisadores também compreenderam o clima como um elemento formador vital para o desenvolvimento biológico:

> Para ele estávamos envolvidos pelo meio que nos penetrava por todos os lados, apresentando-se como as condições exteriores de vida do indivíduo ou do grupo, demonstrando sua crença numa ciência cartesiana capaz de desvendar o mundo material, extenso, absoluto, concreto, mas concedendo-lhe processos característicos de uma vida evolutiva. Nos estudos desenvolvidos por Sorre havia uma exaltação da complexidade do ambiente vital e, em função dessa, preconizava o método analítico que permitia a individualização dos seus componentes que, depois de compreendidos isoladamente, eram reintegrados, sintetizados, produzindo um conhecimento voltado para a otimização do desenvolvimento humano, enaltecendo o papel desempenhado pelo clima na base dessas (ELY, 2006, p. 54).

Sorre (1954), na sua concepção de clima, considerou que suas propriedades formadoras dos diversos tipos de tempo interagem com as características locais, assimilando todas as situações atmosféricas normais e singulares. Nesse sentido, é possível afirmar que

sua inovação está associada ao enfoque dos estados da atmosfera e ao desenvolvimento de sua sequência rítmica.

Pédèlaborde, em 1959 publicou o trabalho intitulado *Introductioin a l'étude scientifique du clima,* no qual afirmou que a climatologia deveria ter o enfoque descritivo dinâmico da geografia. Sob esse novo aspecto aboliu as médias dos elementos do tempo, focando nas permanências e recorrências dos fenômenos e da análise sinótica, por meio do diagnóstico dos campos barométricos. A partir desse momento, como descreve Ely (2006, p.56), "[...] a climatologia passou a investigar a gênese dos complexos climáticos e não mais a sua mera descrição". Assim, surgiu uma nova proposta conceitual de clima, admitindo-se, segundo Mendes (2001), que:

> [...] os tipos de tempo são elementos fundamentais para os estudos climatológicos, e ainda apresenta um método geográfico denominado Climatologia Física, onde é abordada parte dos caracteres gerais da circulação atmosférica e a descrição dos tipos de tempo, que definirão o clima, baseando-se na resultante do somatório dos estados atmosféricos (MENDES, 2001, p. 15).

Mais recentemente, Ayoade (1991), definiu o clima como:

> [...] a síntese do tempo num dado lugar durante um período de tempo [...] refere-se às características da atmosfera, inferidas de observações contínuas durante um longo período [...] abrange um maior número de dados do que as condições médias do tempo numa determinada área (AYOADE, 1986, p. 2).

Na década de 1950 intensifica-se o estudo da climatologia dinâmica, destacando como principal expoente Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro, que utilizou a sucessão habitual dos estados atmosféricos, acrescentando a dinâmica da circulação na abordagem climática. O autor adotou a análise rítmica ao estudo da dinâmica climática do Centro-Oeste brasileiro e abordou a relação entre as atividades humanas e sua influência sobre o clima regional. Durante a década de 1960, apresentou quatro importantes trabalhos. No primeiro, Monteiro (1962) publicou, na Revista Geográfica, "Caráter genético da classificação climática", baseado nos estudos de Hann e Strahler, no qual demonstrou que o método analítico é insuficiente para compreender a gênese e as classificações climáticas, e destacou a necessidade de avanços nos estudos que abordam o ritmo diário, incorporando o uso de cartas sinóticas. Enfatizou, ainda, que a circulação atmosférica regional pode ser compreendida pela dinâmica e a sazonalidade próxima à superfície. Sobre o mesmo tema, Mendes (2001) acrescenta:

> [...] através do uso de sequências de cartas sinóticas, correlações com outros fatores do quadro geográfico, aperfeiçoamento da classificação genética dos climas e de um sistema de distinção de climas locais dentro dos quadros regionais, com ênfase na sua gênese (MENDES, 2001, p. 17).

Ainda defende a abordagem dinâmica da meteorologia, induzindo à análise do complexo atmosférico e às massas de ar, e sua relação com as escalas climáticas.

No segundo trabalho, intitulado "Grande Região Sul", Monteiro (1963) apresentou uma nova concepção do fenômeno climático, com o objetivo de explicar a gênese regional, destacando a genética do clima regional utilizada na compreensão das massas de ar, na frontogênese e nas perturbações atmosféricas e seus centros de ação. No estudo denominado "Sobre a análise geográfica de sequências de carta de tempo: pequeno ensaio metodológico sobre o estudo do clima no escopo da geografia", Monteiro (1963) abordou a importância da análise geográfica para o estudo das cartas de tempo, adotando a individualidade regional no quadro continental e a diversificação local em uma análise regional.

O terceiro trabalho, designado "Sobre um índice de participação das massas de ar e suas possibilidades de aplicação à classificação climática", Monteiro (1964) mais uma vez reforçou a importância da classificação genética do clima, incorporando a influência das massas de ar para os climas zonais; contudo, essa categorização seria ineficaz numa escala local. Destacou, ainda, a importância das massas de ar para a definição do clima, tendo como foco a generalização, e propôs a busca de um índice de frequência de atração das massas de ar e uma análise baseada nos excepcionalismos dos anos padrão.

No livro intitulado "A frente polar atlântica e as chuvas de inverno na fachada sul-oriental do Brasil", e também título de sua tese de doutorado, Monteiro (1969) colocou em prática o estudo da dinâmica climática e das chuvas no Estado de São Paulo, com um enfoque quantitativo e qualitativo das chuvas e suas repercussões regionais, introduzindo a análise rítmica dos tipos de tempo no Brasil, identificando a influência da frente polar atlântica nas chuvas na fachada sul-oriental do Brasil, adotando anos padrões.

No início de 1970, Monteiro apresentou trabalhos sobre o estado de São Paulo, dos quais se podem destacar "A análise rítmica em climatologia: problemas de atualidade em São Paulo e achegas para um programa de trabalho", de 1971; "A dinâmica climática e as chuvas no estado de São Paulo", de 1964, e somente tornado publico em 1973, no qual esquematizou a mecânica geral da circulação atmosférica, na América do Sul, correlacionando os fatores geográficos e sua influência na passagem das correntes atmosféricas à movimentação geral e às chuvas associadas. Na obra "Teoria e clima urbano", de 1976, propôs uma série de

instruções direcionadas a posteriores pesquisas associadas à climatologia dinâmica, na qual colocou em pauta conceitos de “Ritmo”, “Habitual” e “Anos Padrão”.

Sobre o trabalho de Monteiro (1971), *Análise rítmica em climatologia*, Mendes (2001) destaca que:

> [...] definitivamente concluiu o processo de construção do novo programa de análise climática, salientando novamente a necessidade de se considerar o ritmo climático, fornecendo as bases metodológicas da abordagem proposta, além de ressaltar a importância das correlações entre o ritmo climático e as outras esferas geográficas [...] introduziu o tema da análise rítmica a partir da constatação das consequências, no espaço geográfico, das irregularidades do ritmo climático, notadamente aquelas associadas à distribuição das chuvas [...] a agressividade do ritmo climático tem que ser, pois, considerada no complexo geográfico brasileiro, como uma realidade vigente nos meados do século [...] indica que o conceito de ritmo, expressão da sucessão dos estados atmosféricos, conduz, implicitamente, ao conceito de habitual, pois há variações e desvios que geram diferentes graus de distorções até atingir padrões extremos [...] assim, o autor coloca a ideia de limite, como ano seco, ano chuvoso, ano normal, mês seco, mês chuvoso ou mês normal. Os critérios para essas definições oscilam entre o estatístico e o empiricamente aceitável [...] afirma que apenas a partir da escala diária é possível associar à variação dos elementos do clima os tipos de tempo que se sucedem segundo os mecanismos da circulação regional. Associando-se, nesta escala, a variação de todos os elementos, concomitantemente, a interpretação é sobremodo enriquecida pelo dinamismo de que se reveste; e ainda conclui que o ritmo climático só poderá ser compreendido através da representação concomitante dos elementos fundamentais do clima em unidades de tempo cronológico pelo menos diárias, compatíveis com a representação da circulação atmosférica regional, geradora dos estados atmosféricos que se sucedem e constituem o fundamento do ritmo (MENDES, 2001, p. 20-21).

Monteiro (1976), ao estudar o clima urbano em sua tese de livre-docência, intitulada “Teoria e clima urbano”, discutiu o clima por meio de teorias biológicas e termodinâmicas, e a partir de correlações estudou a interação entre natureza e sociedade. O autor abordou, ainda, a questão das escalas, esclarecendo que as pesquisas exigem um refinamento escalar para a incorporação dos mecanismos e das ordens de grandeza próximo à superfície, associada à compartimentação geomorfológica e ao processo da urbanização.

No ano de 1975, José Bueno Conti publicou o livro denominado “A circulação secundária e o efeito orográfico na gênese das chuvas na região les-nordeste paulista”, no qual procurou caracterizá-la qualitativa e quantativamente como um fator agregador da distribuição espacial das chuvas.

Dos trabalhos apresentados, os estudos de Carlos Augusto de Figueiredo de Monteiro, José Bueno Conti e José Roberto Tarifa desmembraram-se em vários estudos relacionados ao clima urbano, encabeçado pelos seus orientados, a saber: Sartori (1979; 2000) Lombardo (1984), Brandão (1987; 1996), Danni (1987), Gonçalves (1992), Sette (1996) e Mendonça (1995). Estes e outros trabalhos contribuíram para as discussões que envolveram a

meteorologia dinâmica e sinótica e sua aplicação no entendimento da resposta que as cidades deram a ação do clima, ou seja, como as alterações promovidas pelo homem junto ao meio ambiente refletiram sobre ele.

1.2 A urbanização e o clima urbano

Atualmente, a conexão entre os elementos climáticos presentes no cotidiano urbano ou rural induz à necessidade de um conhecimento mais aprofundado sobre o clima local e regional, pois a aplicação do tripé sócio/econômico/ambiental influencia diretamente no modo de vida da sociedade moderna. O clima atua diretamente na organização do espaço geográfico, o que é percebido, sobretudo ao avaliar os efeitos da temperatura, da precipitação e a ocorrência de seus extremos.

Mendonça (2000) destaca que os estudos voltados à qualidade de vida urbana intensificaram-se nas últimas três décadas para atender o setor administrativo, pois a demanda por qualidade ambiental das cidades exige a modificação do balanço energético, alterando os elementos climáticos que refletem diretamente nas atividades socioeconômicas. Dessa forma, fica evidenciado que o conhecimento do ambiente urbano é primordial para se programar uma análise do clima voltada ao planejamento adequado, visto que este apresenta um papel de destaque nas suas mais variadas funções.

Geiger (1961), ao tratar a temática do clima e da cidade, assinala:

> De maneira geral pode dizer-se que o clima da cidade depende em grande parte da situação topográfica da mesma [...]. É evidente que, numa situação fechada e abrigada dos ventos, num vale, o clima de dentro e de fora da cidade apresentará naturalmente maiores diferenças do que se a cidade estiver situada num planalto exposto ao vento. Situações de encosta ou à beira-mar favorecem determinadas características do clima urbano. Quando se alargam as cidades e ainda mais quando se criam novas cidades, dever-se-ão de antemão tomarem linha de conta, mais do que tem acontecido até hoje, as leis da climatologia urbana que atualmente conhecemos (GEIGER, 1961, p. 508).

Monteiro (1990[a]) fez considerações sobre as propriedades do ar, apontando que:

> [...] "adentrar" a cidade para sondar-lhe o clima significa avaliar as alterações ou derivações de propriedades que o ar sofre no interior deste organismo urbano, complexo fato sócio-econômico edificado segundo o cabedal tecnológico-cultural da

> sociedade a partir dos recursos diretos ou indiretos (mesmo remotos) da natureza (MONTEIRO, 1990[a], p. 64).

Ao mesmo tempo, o referido autor classifica o ar como "ar livre" e "ar comprometido", respectivamente resultado de observações meteorológicas e ar dos centros urbanos, e acrescenta:

> Além das alterações térmicas, passando pela própria influência do artefato urbano nas precipitações atmosféricas, o ar citadino vê-se alterado em sua própria composição química, podendo até exportar os seus atributos negativos (locais) para o ambiente (regional) em que se insere (MONTEIRO, 1990[a], p. 64).

Nesse pensamento, denota-se a importância do componente térmico na produção de chuvas e nas suas intensidades variadas, bem como na caracterização climática típica dos centros urbanos. O estudo dessa sistemática no interior de uma cidade deve ser direcionado com vistas a "revelar" o clima da cidade, tendo como ponto de partida a análise da transformação da energia que ocorre no ar atmosférico e no ambiente urbano instalado. Tal procedimento propicia também a compreensão da variação na precipitação e, consequentemente, do atributo climático da cidade (MONTEIRO, 1990[a]).

Monteiro (2003), ao comentar o trabalho de Bertrand (1968), atribui a este a proposição do conceito de geossistema, estabelecendo um paralelo entre a análise geográfica e o ecossistema, e acrescenta, ainda que, ao adotar o clima urbano como um sistema, o faz em sua proposição mais simples:

> Uma das grandes vantagens que a flexibilidade da abordagem dos sistemas traz para a análise científica é a possibilidade alternativa de usar tanto o método indutivo quanto o dedutivo [...] por outro lado, para a perspectiva quantitativa, ela oferece amplas possibilidades de tratamento sofisticado (MONTEIRO, 2003, p. 16).

Campos (2010, p. 28) declara que sistema é uma unidade organizada, constituída da relação entre indivíduo e sociedade, sendo as interações ambientais classificadas como recíprocas, e refletem na natureza dos elementos característicos do mesmo. Assim, o aparecimento da Teoria dos Sistemas "[...] originou um significado e uma importância de completude, nas quais os elementos físicos, sociais, políticos e os fluxos de energia e massa, ou seja, tudo o que pode interagir contribui para as características do sistema". O autor acrescenta que

> O grau de complexidade de um sistema depende do ritmo e do número de interações que vinculam esses elementos. Pelo número de elementos sistêmicos e pelo grau de

> interações, percebe-se a complexidade da gestão ambiental. Na busca da sustentabilidade ambiental, procura-se simplificar e não considera todos os componentes e suas interações. Qualquer redução, simplificação poderá conduzir às soluções pontuais e momentâneas. Os problemas atuais, sobretudo, em bacia hidrográfica, são consequências de sucessivas abordagens reducionistas em busca de soluções momentâneas (CAMPOS, 2010, p. 30).

Schneider (1985) destaca a paisagem geográfica como o resultado da combinação essencial da dinâmica de elementos físicos, biológicos e antrópicos que interagem entre si, resultando em um conjunto de características próprias, variáveis no tempo e no espaço. Acrescenta também que os estudos ambientais e a metodologia utilizada pelos biólogos e ecologistas partem do conceito do ecossistema, porém chama a atenção para a terminologia, enfatizando a não abrangência da grandeza espacial. Cabe, então, aplicar o geossistema trabalhado por Tricard (1976), Sotchava (1977), Bertrand (1968, 1978), Christofoletti (1980) e Monteiro (2001).

O geossistema é um conceito territorial, uma unidade espacial bem delimitada e analisada a uma dada escala. É muito mais amplo que um ecossistema, ao qual cabe, deste modo, um aparte no sistema geográfico. Designa um "Sistema geográfico natural homogêneo", associado a um território que, conforme Bertrand (1978), caracteriza-se por

> [...] uma morfologia: estruturas espaciais verticais (geohorizontes) e horizontais (geofáceis) [...] funcionamento: engloba as transformações dependentes da energia solar ou gravitacional, dos ciclos d'água, dos biogeociclos, e dos movimentos de massa de ar e dos processos de geomorfogênese [...] um comportamento específico, mudanças de estado que intervêm no geossistema em uma dada sequência temporal (BERTRAND, 1978, p. 171).

Nessa mesma linha de raciocínio, Capra (1982) disserta que

> A concepção sistêmica vê o mundo em termos de relações e de integração. Os sistemas são totalidades integradas, cujas propriedades não podem ser reduzidas às de unidades menores. Em vez de se concentrar nos elementos ou substâncias básicas, a abordagem sistêmica enfatiza princípios básicos de organização [...] sistemas naturais são totalidades cujas estruturas resultam das interações e interdependências de suas partes [...] envolve um processo conhecido como transação – a interação simultânea e mutuamente interdependente entre os múltiplos. As propriedades sistêmicas são destruídas quando um sistema é dissecado, física ou teoricamente, em elementos isolados. Embora possamos discernir partes individuais em qualquer sistema, a natureza do todo é sempre diferente da mera soma de suas partes (CAPRA, 1982, p. 260).

Na busca pelo entendimento dos processos interativos e das ligações entre os elementos, Bertalanffy (1968) apresenta a Teoria Geral dos Sistemas (TGS), na qual propõe para os estudos complexos a unificação das partes que compõem a problemática. Assim,

projetam as análises para a compreensão das dinâmicas sistêmicas, denotando sua essência multidisciplinar.

Gregory (1992) fez apontamentos, destacando que a abordagem sistêmica é, necessariamente, positiva e indutiva por natureza, por isso necessita de um valor explicativo; contudo, favorece a ação contra a especialização científica.

Ao tratar desse tema, Christofolleti (1980, p. 168) apresenta a Teoria do Equilíbrio Dinâmico, no qual considerou o modelado terrestre como um sistema aberto "[...] que mantêm constante permuta de matéria e energia com os demais sistemas componentes do universo", e para seu perfeito funcionamento, o acréscimo de massa e energia deve ser ininterrupto.

Em relação ao sistema aberto, Christofolletti (1980) destaca que

> [...] pode atingir o equilíbrio dinâmico, no qual a importação e a exportação de energia e matéria são equacionadas por meio do ajustamento das formas, ou geometria, do próprio sistema [...] Esse ajustamento é conseguido devido à capacidade de auto-regulação, como há interdependência entre os elementos de todo sistema (CRISTOFOLLETTI, 1980, p. 169).

Camargo (2005), ao dissertar sobre a Teoria Geral dos Sistemas, a apresenta como um importante campo metodológico, no qual é possível extrapolar a fragmentação e perceber os fenômenos por meio de uma visão holística, e comenta que:

> Uma das mais importantes propriedades da Teoria Geral dos Sistemas é sua incessante do equilíbrio, ou seja, os sistemas, a partir de suas trocas intensas de energia e matéria em certas circunstâncias, encontram um estado relativo de equilíbrio, conhecido como equilíbrio dinâmico. [...] essa relação está no teor dos fluxos de energia e matéria, que disponibilizam mudanças nos sistemas para a manutenção de seu equilíbrio, e está na base do auto-ajuste, ou do ponto de criticalidade auto-organizada, sendo também o princípio básico da teoria Geral dos Sistemas (CAMARGO, 2005, p. 23).

Gregory (1992) relaciona o meio natural ao sistema aberto, pois esse recebe energia livre e esse fluxo participa da evolução, garantindo o suprimento de energia, dando um "feedback" ao conjunto e promovendo o equilíbrio. O autor ressalta, ainda, que a incorporação da abordagem sistêmica pela climatologia passou, primeiramente, pelas trocas de energia e matéria da superfície, sobretudo na relação entre áreas cobertas por vegetação, relacionando com os inputs e outputs:

> Na climatologia, os sistemas foram adotados, pois se admitia que oferecessem quadro teórico adequado aparecendo como o fundamento introdutório de *Causes of climate* [...] onde se argumenta que a explicação da teoria sistêmica e da Matemática modificou completamente o conteúdo da Climatologia (GREGORY, 1992, p. 234).

Ao abordar a Teoria Sistêmica aplicada ao Sistema Clima Urbano (SCU), Monteiro (2003, p. 17-18) adota alguns critérios em sua analise aplica à Teoria Geral dos Sistemas (TGS), destacando as seguintes características:

- O TGS admite amplamente a possibilidade de questionamentos e respostas, denotando o princípio indeterminista (Pragmatismo);
- Oferece a possibilidade de tratamento, seja por via indutiva ou dedutiva, onde o fenômeno urbano fundamenta-se na teoria para revelar o dinamismo no estudo das peculiaridades (Dinamismo);
- Oferecer a consistência pela estruturação e funcionalidade, onde a estrutura teórica envolve desde os fatores complexos até os mais simples (Consistência);
- Pressupõem parâmetros à observação empírica, seja fazendo-se uso da indução ou pela via hipotético-dedutiva (Empirismo);
- Utiliza a diagramação ou modelos para o desenvolvimento da pesquisa (Modelismo).

A partir desses pressupostos foram apresentados parâmetros para a elaboração de estudos geográficos do clima das cidades brasileiras, que nortearam várias dissertações e teses, como descrito anteriormente. Outra questão elencada por Monteiro (2003) refere-se ao comportamento e autorregulação atmosférica do crescimento urbano, pois o Sistema Clima Urbano (SCU) é adaptativo às alterações climáticas da atmosfera da cidade mediante um planejamento adequado voltado para a resolução dos problemas gerados pela urbanização.

Mendonça (2000, p. 168), em suas considerações sobre o clima das cidades, enfatiza que o equacionamento das questões ambientais presentes derivam do fato de este ser ambiental e socialmente construído, no qual os processos decorrentes das alterações no balanço energético geram mudanças nos elementos climáticos. Destaca-se que as cidades localizadas nos trópicos ficam mais sujeitas aos impactos das inundações resultantes de precipitações intensas, pois estas refletem na sazonalidade, determinando o clima urbano. Sobre a dinâmica do funcionamento climático, Oliveira (2010) destaca:

> [...] a constituição de um conjunto de conhecimentos, em que a compreensão da dinâmica de funcionamento do clima esteja estruturada sobre o banco dos elementos meteorológicos constituintes do sistema climático, é de suma importância para o processo de análise e consequente projeção dos resultados esperados, para a formulação de teorias bem elaboradas sobre a lógica de funcionamento do sistema climático (OLIVEIRA, 2010, p. 30).

Pode-se considerar que as atividades presentes nas cidades, tais como indústrias, de circulação de veículos e impermeabilização do solo, interferem no balanço energético, que resulta em um ambiente artificial que as pessoas identificam por meio do desconforto térmico[2], da má qualidade do ar e dos impactos associados à morfologia da cidade, resultando em áreas de alagamentos que comprometem a qualidade de vida urbana.

Os estudos das condições climáticas das cidades médias, na região intertropical, intensificaram-se nos últimos anos, devido à necessidade de se conhecer seus ambientes climáticos. Para tanto, faz-se necessária a escolha da escala de abordagem que são referências de valor, estabelecidas por certos critérios, para a compreensão de um fenômeno. Ribeiro (1993) comenta que:

> Os estudos dos fenômenos relacionados com o comportamento da atmosfera são orientados no sentido da compreensão de sua extensão (espaço) e de sua duração (tempo). A definição da intensidade, frequência e, finalmente, de uma tipologia climática dependerá, basicamente, da adequação da abordagem espaço-temporal com o conjunto de técnicas analíticas empregadas no processo da pesquisa e comunicação dos seus resultados. O clima é regido por um conjunto integrado de fenômenos que se fundem no tempo e no espaço, revelando uma unidade ou tipo passíveis de serem medidos em seu tamanho (extensão) e em seu ritmo (duração). O fenômeno climático é constituído por um conjunto de elementos de naturezas diversas e que convivem ao mesmo tempo no mesmo espaço, em regime de trocas energéticas recíprocas e interdependentes (RIBEIRO, 1993, p. 288).

Considera-se, ainda, em relação ao clima local e às chuvas, que:

> O regime de chuvas de um determinado local é fator dominante na definição do clima local. No entanto, as chuvas são o resultado final de uma série de eventos com escalas de tempo e espaço bastante diversas, de forma que as causas de uma determinada chuva podem ser uma mistura de fatores remotos. Além disso, as chuvas, numa determinada região, podem afetar o tempo em outras regiões (DIAS; SILVA, 2009, p. 18).

As interações do tempo e do espaço, entre os fluxos de matéria e energia e os elementos condicionantes de sua definição, podem apresentar, em uma primeira análise, três níveis interativos, bases para uma futura proposta taxonômica apontada por Ribeiro (1993) e Mascaró (1996):

[2] O conceito de conforto/desconforto térmico está relacionado à condição mental que expressa a satisfação para com o ambiente térmico no qual a pessoa se encontra. O corpo humano experimenta sensação de conforto térmico quando transfere para o ambiente, sem recorrer a nenhum mecanismo termorregulador, o calor produzido pelo metabolismo compatível com sua atividade, como descrito por Frota e Schiffer (2001), na obra Manual de Conforto Térmico.

> Nível macroclimático, interação entre a radiação solar, a curvatura da Terra e os seus movimentos de rotação e translação. [...] Nível mesoclimático, interação entre a energia disponível (para o processo de evaporação e de geração de campos de pressão) e as feições do meio terrestre. [...] Nível microclimático, interação entre os sistemas ambientais particulares na modificação dos fluxos de energia, umidade, massa e momentum (RIBEIRO, 1993, p. 299).

> [...] os dados macroclimáticos são obtidos nas estações meteorológicas e descrevem o clima local de uma região, dando detalhes de insolação, nebulosidade, precipitações, temperatura, umidade e ventos. Os dados mesoclimáticos [...] informam modificações do microclima provocados pela topografia local como vales, montanhas, grandes massas de água, vegetação ou tipo de cobertura do terreno [...] No microclima são levados em consideração efeitos das ações humanas sobre o entorno, assim como a influência que estas modificações exercem sobre a ambiência urbana (MASCARÓ, 1996, p. 37).

Pelo fato de o objeto deste estudo ser uma área urbana, utilizou-se a escala mesoclimática, pois o estudo do clima em áreas relativamente pequenas se enquadra no estudo do clima urbano e dos sistemas climáticos locais. A influência das alterações provocadas pelas atividades do homem, nesse nível, necessariamente se apoiam em outras áreas do conhecimento geográfico, tais como a geomorfologia e a geografia urbana. Como exposto por Monteiro (2003) nos estudos que envolvem o clima urbano:

> Em primeiro lugar, proponho o mesoclima. Nesse caso, há concordância com o quadro de Tricat e Cailleux. Não deverá haver ai qualquer confusão com escala de tratamento; o sentido é de uma subdivisão, uma parte (não obrigatoriamente metade, mas forçosamente fração) da unidade básica, assim concordamos que o clima local é a unidade básica de observação meteorológica. [...] Um mesoclima pode ser um conjunto de topoclimas [...] podem ser identificados nos compartimentos básicos da morfologia, em terrenos de várzea, espigão central, colinas periféricas, vertente etc. (MONTEIRO, 2003, p. 28).

Nessa categoria de analise, Monteiro (2003, p. 29) associa as escalas de tratamento, propondo para as mesoescalas as variáveis de 1: 50.000 e 1: 25.000, que podem ser relacionadas a uma cidade de grande porte ou um bairro de uma metrópole, e seu tratamento fica por conta da análise dos registros móveis (episódios).

Ruoso (2007) declara, quanto aos estudos sobre o clima urbano e suas escalas de abordagem, que:

> O Mesoclima ou Clima Local apresentam o papel do relevo e as diferenciações altimétricas em mesoescalas. A ação antrópica na criação dos climas varia em dois aspectos: a capacidade que tem a sociedade em alterar a cobertura do solo e as alterações provocadas pelas atividades humanas na composição da atmosfera. Nas cidades detecta-se o maior grau de deteriorização da qualidade do clima, pela artificialização da cobertura do solo associada à emissão de poluentes. Por isso, o clima urbano é analisado com a escala mesoclimática ou local (RUOSO, 2007, p. 34).

Grilo (1993) definiu o clima urbano como sendo uma modificação substancial do clima local, que em relação às condições climáticas das demais áreas circunvizinhas, apresenta uma maior quantidade de calor e modificações na composição da atmosfera, como ventilação e umidade. Essa alteração nas condições atmosféricas urbanas pode ser observada no aumento da temperatura e na concentração de poluentes, que entre outros valores, caracterizam o clima urbano. Os estudos desse fenômeno apresentam tópicos que devem ser considerados, como: escala, coleta, análise e interpretação de dados adquiridos nas pesquisas climatológicas, conhecido como Sistema Clima Urbano (SCU), descritas por Monteiro (1976; 2003), e apresentadas a seguir:

- É um sistema que abrange o clima de um dado espaço terrestre e sua urbanização;
- O espaço urbanizado, que se identifica a partir do sítio, constitui o núcleo do sistema, que mantém relações íntimas com o ambiente regional imediato em que se insere;
- Importa energia através do seu ambiente, e é sede de uma sucessão de eventos que articulam diferenças de estados, mudanças e transformações internas, ao ponto de gerar produtos que se incorporam ao núcleo e/ou são exportados para o ambiente;
- As entradas de energia são de natureza térmica (oriundas da fonte primária de energia de toda a Terra – o Sol), implicando componentes dinâmicos inequívocos, determinados pela circulação atmosférica, e decisivos para a componente hídrica englobada nesse conjunto.
- A avaliação dessa entrada de energia (circulação atmosférica regional) deve ser observada tanto em termos quantitativos como, especialmente, em relação ao seu modo de transmissão.
- A estrutura interna não pode ser definida pela simples superposição ou adição de suas partes (compartimentação ecológica, morfológica, ou funcional urbana), mas somente por meio da íntima conexão entre elas;
- O conjunto-produto pressupõe vários elementos que caracterizam a participação no desempenho do sistema; a natureza urbana implica em condições especiais de dinamismo interno, consoante ao processo evolutivo do crescimento e desenvolvimento urbanos, cujos principais são: Termodinâmico (conforto térmico) – expresso através do calor, ventilação e umidade; Físico-químico (qualidade do ar e ambiental) e Hidrometeórico (impacto meteórico) – associados às meteóricas, hídricas (chuvas, neve e nevoeiro), mecânicas (tornados) e elétricas (tempestades);

- A natureza urbana que envolve o dinamismo interno do crescimento dos centros urbanos, considerando-se a análise da evolução histórica da urbanização;
- É admitido como passível de autorregulação; esta função é conferida ao homem urbano que, na medida em que conhece e é capaz de detectar suas disfunções, pode, através da sua capacidade de decisão, intervir no seu funcionamento e adaptar-se a ele, recorrendo a dispositivos de reciclagem e/ou a circuitos de retroalimentação capazes de conduzir o seu desenvolvimento e crescimento, seguindo metas preestabelecidas;
- Pela possibilidade de interferência autorreguladora, acrescentam-se como sistema aberto aquelas propriedades de entropia negativa, pela sua própria capacidade de especialização dentro do crescimento através de processos adaptativos, podendo ser qualificado, assim, como um sistema morfogenético.

A urbanização altera o clima do espaço ocupado pelas cidades, pois modifica a superfície física do solo com impermeabilização (construções e pavimentações), causando o aumento da produção de calor e a alteração no efeito dos ventos. Os grandes centros urbanos modificam mais intensamente o comportamento atmosférico, já que este funciona como um sistema aberto, que possibilitam o fluxo de energia; contudo, alteram o processo de absorção e difusão de energia (GRILO, 1993).

Pensamento também compartilhado por Araújo e Sant'Anna Neto (2002, p. 22), que descrevem as cidades como "[...] áreas em que o homem mais percebe as mudanças do clima decorrente da interferência provocada pela estrutura urbana nas trocas de energia entre a superfície e a atmosfera". A alteração do meio ambiente incide na formação de um espaço artificial, suscetível a não comportar as variações atmosféricas, o que provoca alterações na micro e meso escalas, aumenta as temperaturas, causa chuvas isoladas, altera a umidade do ar e os fluxos dos ventos.

A influência do homem sobre o clima intensificou-se devido ao aumento populacional e ao surgimento de novas tecnologias poluidoras. Segundo Ayoade (1991, p. 300), "[...] o homem pode influenciar e de fato tem influenciado o clima, apesar dessa influencia ser feita principalmente a nível local". Sobre estudos na escala local, Monteiro (1990[a]) aponta a relação entre o clima local nas grandes cidades, cuja poluição apresenta-se em níveis escalares superiores. Nas áreas urbanizadas acentua-se a propagação de poluentes demonstrando que a urbanização propicia a difusão de halocarbonatos[3].

[3] Conhecidos como CFC's e HFC's, são responsáveis pela redução da camada de ozônio.

As alterações climáticas produzidas nas cidades podem ser observadas quando comparadas com as áreas rurais. Ayoade (1986, p. 301) demonstra resumidamente que as alterações climáticas observadas nas cidades podem ser explicadas enquanto referência aos poluentes, radiação, nebulosidade, precipitação, temperatura, umidade relativa e velocidade do vento, conforme o Quadro 2:

Quadro 2: Mudanças climáticas produzidas pela urbanização, segundo Landsberg, 1970.

Elementos		**Comparação com a zona rural**
Poluentes	Partículas sólidas	10 vezes mais
	Bióxido de enxofre	5 vezes mais
	Bióxido de carbono	10 vezes mais
	Monóxido de carbono	25 vezes mais
Radiação	Total sobre a superfície horizontal	15 a 20% menos
	Ultravioleta, no inverno	30% menos
	Ultravioleta, no verão	5% menos
	Duração da radiação	5 a 10% menos
Nebulosidade	Cobertura de nuvens	5 a 10% a mais
	Nevoeiro, no inverno	100% a mais
	Nevoeiro, no verão	30% a mais
Precipitação	Quantidade total	5 a 10% a mais
	Dias de chuva com 5 mm	10% a mais
	Queda de neve	5% a menos
	Dias com neve	5% a menos
Temperatura	Média anual	0,5 a 1,0º C a mais
	Mínimas de inverno	1,0 a 2,0º C a mais
	Aquecimento de graus-dia	10% menos
Umidade relativa	Média anual	6% menos
	Inverno	2% menos
	Verão	8% menos
Velocidade do vento	Média anual	20 a 30% menos
	Movimentos externos	10 a 20% menos
	Calmarias	5 a 20% menos

Fonte: Ayoade (1991, p. 301). Org.: Silva (2012).

Sobre o mesmo tema, Conti (1998) esclarece:

> No processo de urbanização, a remoção da cobertura verde e sua substituição por áreas construídas elevam o índice de albedo e, consequentemente, a superfície do solo passa a reter menos quantidade de energia, aumentando a refletância. Sabe-se que, quanto mais elevado é o volume de energia armazenado, maior é o equilíbrio térmico. Nas cidades, verifica-se, portanto, uma desorganização do mecanismo climático (CONTI, 1998, p. 43).

Ayoade (1991) lembra que dois aspectos do clima urbano são particularmente dignos de serem mencionados: a ilha de calor e a poluição do ar. A primeira refere-se ao aumento da temperatura em áreas urbanas com índices superiores aos da zona rural circundante. A segunda, por sua vez, atua diretamente no equilíbrio energético, pois os poluentes refletem, dissipam e absorvem a radiação solar.

Sobre as modificações decorrentes do crescimento das cidades e sua influência no clima urbano Mendonça (2000) destaca que

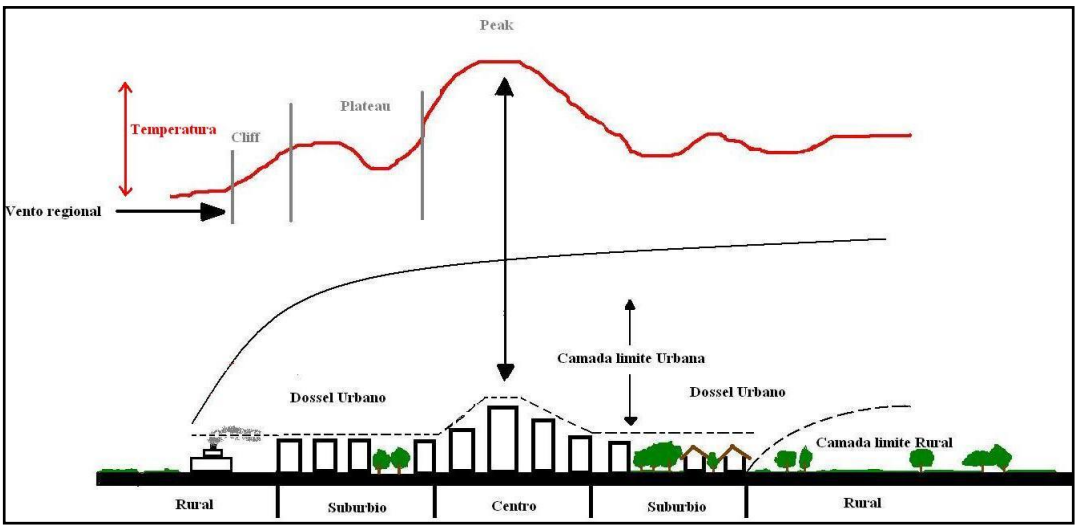
> A formação de condições climáticas intra-urbanas, derivadas da heterogeneidade tanto do sítio quanto da estruturação e funcionalidade urbana, gerando, paralelamente ao clima da cidade (clima local/urbano), bolsões climáticos intra-urbanos diferenciados (ilha de calor, ilhas de frescor, topoclimas, microclimas). [...] diferentes níveis de vida intra-urbanos geram "duas ou diversas cidades dentro da cidade" [...] Assim a identificação o mais detalhada possível dos espaços intra-urbanos é de grande importância, pois, a partir dela, também é possível identificar os fatores causadores da diferenciação climática do ambiente cotidiano (MENDONÇA, 2000, p. 168).

Ainda sobre as características das ilhas de calor, seus efeitos geralmente são sentidos de forma mais acentuada no período noturno, em virtude das superfícies urbanas continuarem a liberar calor. Sobre esse tema, Gartland (2010) comenta:

> Ilhas de calor são geralmente mais quentes após o por do sol, quando comparadas às áreas rurais e mais frescas após o amanhecer [...] áreas com vegetação menos desenvolvidas tendem a ser mais quentes, e ilhas de calor tendem a ser mais quentes, e ilhas de calor mais intensas conforme o crescimento das cidades [...] apresentam ar mais quente na "camada limite" uma camada de até 2.000 m de altura. Elas criam colunas de ar mais quentes sobre as cidades, inversões térmicas de temperatura (GARTLAND, 2010, p. 11).

Oke (1978), ao estudar o comportamento da temperatura na área urbana, apresenta suas variações ao longo do perímetro da cidade e aquelas possíveis de serem identificadas e mensuradas (Figura 2). Mendonça (2000, p. 172), por sua vez, destaca que "[...] cidades de pequeno porte impedem a formação de ambientes de transição entre o rural e o urbano".

Figura 2: Distribuição da temperatura em uma área urbana.



Fonte: Adaptado de Oke, (1978) Henderson-Selles e Robinson (1989). Org.: Silva (2012).

A intensidade de uma ilha de calor está relacionada ao tamanho da cidade e da sua população, ou seja, cidades mais populosas sofrem maiores efeitos desse fenômeno. Por esta razão, considerar apenas a população não é suficiente para explicá-lo: as geometrias das ruas e dos prédios, nas áreas urbanas centrais também influenciam na máxima intensidade desse fenômeno em relação às áreas circunvizinhas.

Lombardo (1985, p.77) declara que

> [...] a ilha de calor configura-se como fenômeno que associa os condicionantes derivados das ações antrópicas sobre o meio ambiente urbano, em termos de uso do solo e os condicionantes do meio físico e seus atributos geoeconômicos.

Tais fatores, quando combinados, causam outras alterações climáticas no espaço urbano, em particular no comportamento das precipitações. Sobre isso, Conti (1998) comenta:

> [...] a concentração de poluentes, motivada pela atividade industrial e a circulação de veículos, concentra partículas em suspensão, as quais, por sua vez, funcionam como núcleos higroscópicos, isto é, incentivadores do processo de condensação. Essa reação em cadeia conduz ao aumento das precipitações em áreas urbanas de condensação (CONTI, 1998, p. 44).

Portanto, cabe ressaltar que é primordial considerar, nos estudos de clima urbano, os efeitos da vegetação, pois além de servir como "obstáculo" para as primeiras chuvas por meio da interceptação, nos dias quentes auxilia na melhoria do conforto térmico, nas correntes de ventos e, principalmente, na qualidade do ar.

Concomitante aos impactos no meio físico, o clima influencia diretamente no organismo humano e também na sua psicologia. Ayoade (1991, p. 289) destaca que a saúde humana, a energia e o conforto são afetados mais pelo clima do que por qualquer outro elemento do meio ambiente, como o exemplo de doenças induzidas pelo clima, que pode se dar através da diminuição da resistência do corpo humano, causada pelas temperaturas extremas; os ventos associados a umidade, causando doenças respiratórias. Sartori (2000) fez referências à resposta do homem ao clima e suas sazonalidades, destacando:

> Através de ajustamentos fisiológicos e comportamentais, o homem é notadamente adaptável a seu ambiente. As mudanças climáticas cíclicas influenciam os ritmos biológicos, os quais interferem em todas as atividades e funções humanas. Porém, os seres humanos mostram variações individuais muito grandes em sua adaptabilidade, o que interfere na sua maior ou menor sensibilidade ao tempo e ao clima, e dessa forma, em seu conforto e saúde (SARTORI, 2000, p. 60).

Sobre a influência do clima no organismo, Ayoade (1991, p. 291) reforça que determinadas "[...] doenças tendem a ser predominantes em certas zonas climáticas, enquanto algumas outras, particularmente as contagiosas, tendem a seguir um padrão sazonal em sua incidência", como a dengue e a malária, foco de amplos estudos nos trópicos. Cabe ressaltar que nem todos os efeitos do clima são negativos. Em alguns casos, "[...] as condições climáticas favoráveis podem proteger e auxiliar na recuperação do corpo humano [...], o ar fresco, a temperatura amena, a umidade e a radiação moderada têm valores terapêuticos." (AYOADE, 1991, p. 289).

Ruoso (2007, p. 22) acrescenta sobre os efeitos do clima que a adaptabilidade de cada ser humano está relacionada às condições socioeconômicas, e enfatiza também que essas reações modificam-se de acordo "[...] com a saúde, a idade, o vestuário e ocupação de cada indivíduo" e os ambientes onde habita.

Outro aspecto a ser considerado sobre as condições de vida nos centros urbanos está associado à emissão de poluentes na atmosfera, que afeta a saúde da população e contribui para a maior ocorrência de chuvas nas cidades. Monteiro (2003) comenta que a difusão da poluição do ar propicia a ocorrência de precipitação, e a temperatura associada à umidade, quando em níveis extremos, influencia no conforto térmico. Assim, o referido autor admite que

> [...] a climatologia urbana dirige suas informações à bioclimatologia e a Geografia Médica, mas não só na caracterização quantitativa como na evolução rítmica do tempo [...] a análise termodinâmica da cidade fornece a informação básica ao arquiteto e urbanista. É exatamente nesse nível de criação dos espaços habitacionais

> e urbanos que se estabelecem os mecanismos de reciclagem e adaptação do sistema urbano ao clima em especial e à qualidade ambiente de modo mais abrangente (MONTEIRO, 2003. p. 48).

Cabe aqui ressaltar que a percepção do conforto e desconforto térmico está relacionada à sensibilidade corporal de cada indivíduo e à sua resposta ao tempo meteorológico. Ruoso (2007, p. 28) classifica essas pessoas como tempo-sensitivos e não tempo-sensitivos, ressaltando que suas "[...] funções fisiológicas respondem às mudanças do tempo e à incidência de certas doenças". Sobre esse assunto, Carvalho Júnior (2011, p. 329) destaca que vários estudos acerca dessa temática foram publicados em renomadas revistas, e define as pessoas influenciadas pelo clima como "psíquicos do clima", enfatizando ainda que esses fatores não devem ser analisados isoladamente, mas precisa-se considerar o potencial de os mesmos vivem a afetar o ser humano.

A compreensão dessas variáveis está vinculada à percepção que a população faz da interação Sociedade/Natureza, que no meio urbano é indissociável, como lembra Ruoso (2007, p. 15): "[...] alterações do meio natural só têm importância para o homem quando passam a ser por ele percebidas ou quando afetam o seu bem estar e o seu modo de vida."

O clima pode apresentar particularidades. Sobre isso, Rosa, Lima e Assunção (1991, p. 91) destacam que "[...] são capazes de gerar na população hábitos e costumes até uma cultura própria". Ayoade (1991) também ressalta a influencia do clima no vestuário e na moradia, com a finalidade de proteção contra as intempéries climáticas, visando ao conforto térmico. Nesse sentido, a experiência pessoal reflete as possíveis percepções do clima, porém devem-se considerar outras variáveis, pois sob um mesmo clima ou uma mesma condição de tempo podem-se identificar vivências distintas relacionadas ao poder aquisitivo e seus benefícios, seja por meio da localização de uma moradia em um bairro nobre ou em uma periferia.

Sobre os impactos relacionados a eventos climáticos extremos vivenciados pelas populações dos centros urbanos, Oliveira (2005) comenta que

> [...] o estilo de vida atual das populações de municípios de médio e grande porte caracteriza-se por um pequeno comprometimento com seu ambiente, o que muitas vezes reverte contra esses habitantes, não raro vitimados por episódios que fazem parte da dinâmica atmosférica do local, como chuvas convectivas – eventos comuns nos regimes climáticos da maior parte do território nacional (OLIVEIRA, 2005, p. 2).

Tavares e outros (1995), ao estudar as interações entre os tipos de tempo e a saúde, descrevem a ação da amplitude térmica, diária ou sazonal, sobre a população mais carente,

quando exposta ao frio excessivo e à falta de agasalhos e alimentos, tendendo a sofrer com problemas cardiovasculares, como as arritmias[4]. Outros sintomas podem ser destacados:

> As mudanças bruscas de temperatura, registradas tanto na atmosfera quanto em ambientes externos e internos, provocam choques térmicos e produzem uma diminuição da resistência orgânica, principalmente em pessoas com problemas alérgicos [...] no inverno as inversões térmicas, tal característica leva, invariavelmente, à concentração de gases, fuligens, material particulado, vírus e bactérias nos níveis inferiores da atmosfera. A ausência de movimentos convectivos e a falta de chuva elevam, com o passar dos dias, o teor desses componentes no ar junto ao solo, que é utilizado no processo respiratório. Assim, além do frio, dos fortes contrastes térmicos e do ar seco, as pessoas enfrentam também um crescimento dos agentes poluidores e infecciosos. Na cidade, a situação é agravada pelo efeito do obstáculo e pela constituição de ilhas de calor, que geram células locais de circulação (TAVARES, et. al., 2005, p. 93-94).

A poluição atmosférica é caracterizada pela presença de gases tóxicos e partículas sólidas no ar, resultantes da emissão de resíduos industriais, queima de carvão e petróleo em usinas, automóveis e sistemas de aquecimento domésticos (LEITE et al., 2005). Nesse sentido, sobre as fontes de poluição, Gomes (2008) destaca a existência das naturais, originárias do processo de decomposição de animais e vegetais, evaporação natural dos gases provenientes da decomposição da matéria orgânica; e as antropogênicas, cujas emissões são originárias de indústrias, veículos, queima e incineração de lixo, emissões de processos químicos, entre outros.

A resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), n° 03/90, define o padrão para identificar a qualidade do ar em primários e secundários. Pode-se identificar na atmosfera os poluentes primários como monóxido de carbono (CO) e óxidos de azoto (NOx), constituídos pelo monóxido de azoto (NO) e o dióxido de azoto (NO2), dióxido de enxofre (SO2) ou as partículas em suspensão originárias das emissões das indústrias e de veículos automotores; e os poluentes secundários, que resultam das reações fotoquímicas na atmosfera, como o ozônio troposférico, (O_3), ácido sulfúrico (H_2SO_4), ácido nítrico (HNO_3), entre outros. Sobre fontes de contaminação resultantes das atividades humanas, destaca-se:

> Entre as fontes relacionadas ... podem-se classificar como principais aquelas oriundas das indústrias (fontes fixas) e dos veículos (fontes móveis). É ainda importante ressaltar que atualmente os veículos se destacam como as principais fontes, e podem ser divididos em leves, que utilizam gasolina ou álcool como combustível, e pesados, que utilizam óleo diesel (GOMES, 2008, p. 26).

[4] Desvio da normalidade do ritmo das contrações cardíacas em Tavares e outros (2005, p.93).

Os principais poluentes originários das emissões de veículos automotores e por atividades nas cidades podem ser visualizados na Tabela 1 e no Quadro 3:

Tabela 1: Produtos decorrentes da queima de combustível em veículos automotores.

Produto	Sigla
Dióxido de carbono	CO^2
Água	H_2O
Monóxido de carbono	CO
Hidrocarbonetos	HC
Aldeídos	R-CHO
Óxidos de nitrogênio	NO_X
Óxido de enxofre	SO_X
Material particulado	MP
Ozônio	O_3

Fonte: Gomes (2008, p. 26). Org.: Silva (2012).

Quadro 3: Principais fontes poluentes.

Poluente	Características fisico-químicas	Fontes
CO (monóxido de carbono)	incolor	tráfego (especialmente veículos sem catalisador)
	inodoro	indústrias
NO2 (dióxido de azoto)	castanho claro, quando em baixas concentrações	tráfego
	cria uma brisa castanha desagradável, em altas concentrações	setor industrial, em geral, dado que é o resultado da queima de combustíveis a temperaturas mais ou menos elevadas
SO2 (dióxido de enxofre)	incolor	setor industrial (especialmente refinarias, caldeiras queimando combustíveis com altos teores de enxofre - p.ex. fuelóleo, indústria química e pastas de papel)
	inodoro, em baixas concentrações	
	cheiro intenso a enxofre, quando há altas concentrações	
O3 (ozônio)	incolor, embora seja o principal constituinte do smog fotoquímico, que se traduz por uma névoa que se forma alguns metros acima da superfície do solo	forma-se ao nível do solo como resultado de reações químicas que se estabelecem entre alguns poluentes primários, tais como os óxidos de azoto, os compostos orgânicos voláteis (COV) ou o monóxido de carbono. Estas reações dão-se na presença de luz solar, sendo particularmente importantes no verão.
		Poluentes primários provêm do: tráfego indústrias aterros sanitários tintas e solventes florestas pequenas fontes (estações de serviço, equipamentos mecânicos de jardinagem
PM_{10} (partículas inaláveis)	material sólido ou pequenas gotículas de fumo, poeiras e vapor condensado no ar	tráfego
		sector industrial (cimenteiras, indústria química, refinarias, siderurgias, pastas de papel, extracção de madeiras, tc.)
		obras de construção civil
		processos agrícolas (ex. aragem dos solos)

Fonte: Adaptado de Instituto Ambiente (2012). Org.: Silva (2012).

Os padrões nacionais de qualidade do ar, baseados na Resolução do CONAMA n° 03/90 estão apresentados na Tabela 2.

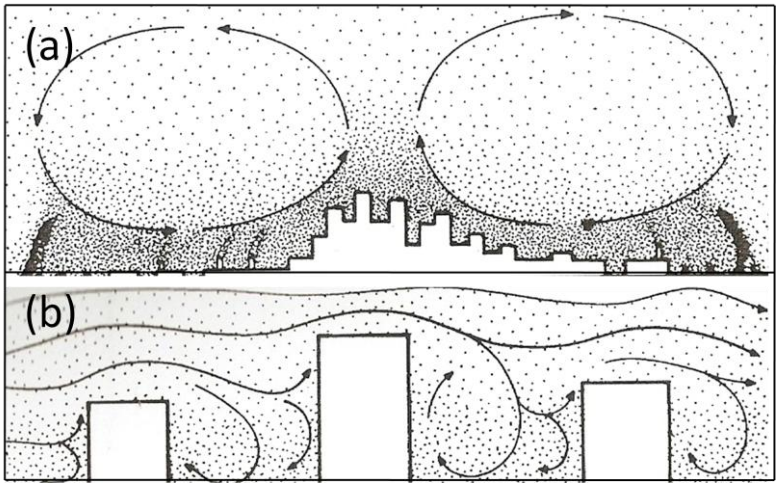
Tabela 2: Padrões nacionais de qualidade do ar.

Poluente	Tempo de amostragem	Padrão Primário (μg/m³)	Padrão secundário (μg/m³)
Total de partículas em suspensão	24 horas[1] MGA[2]	240 80	150 60
Partículas inaláveis	24 horas[1] MAA[3]	150 50	150 60
Fumaça	24 horas[1] MAA[3]	150 60	100 40
Dióxido de enxofre	24 horas[1] MAA[3]	365 80	100 40
Dióxido de nitrogênio	1 hora[1] MAA	320 100	190 100
Monóxido de carbono	1 hora[1] 8 horas[1]	40.000 35 ppm 10.000 9 ppm	40.000 35 ppm 10.000 9 ppm
Ozônio	1 hora[1]	160	160

Fonte: Gomes (2008, p. 30). Org.: Silva (2012).

A Figura 3 apresenta o comportamento do ar na atmosfera urbana, podendo observar a formação de células convectivas (a), que dissipam os materiais particulados produzidos pela cidade, bem como a distribuição e interferência das edificações, mesmo numa escala mais localizada (b), responsáveis pela disseminação de doenças respiratórias.

Figura 3: Circulação das células de circulação local (a) e os efeitos deposicionais de material particulado (b).



Fonte: Adaptado de Tavares e outros (2005, p. 92). Org.: Silva (2012).

A presença do dióxido de enxofre emitido pela combustão, oriunda das indústrias e combustíveis dos veículos, compromete as vias áreas superiores com fortes irritações, debilitando o organismo e favorecendo a ação de bactérias que causam faringites e laringites. O monóxido de carbono atua nos pulmões, provocando pneumonia, asma e bronquites. Tavares e outros (2005, p. 95) comentam que tais materiais particulados, em suspensão, causam bronquites e enfisema pulmonar. Sobre os impactos da poluição nos centros urbanos, Leite e outros (2005) destacam:

> [...] tornam-se frequentes os dias em que o ar atinge níveis críticos, seja pela ausência de ventos ou pelas inversões térmicas, que são períodos nos quais as correntes ascendentes do ar cessam, as quais são importantes para a limpeza dos poluentes acumulados nas camadas próximas à superfície. Os efeitos causados ao meio ambiente e à saúde da população por causa da emissão destes poluentes, em especial dos materiais particulados, podem não ser apenas locais, pois dependem de fatores da região como, por exemplo, o relevo do entorno do ponto de emissão, as condições meteorológicas e a natureza dos poluentes (LEITE et al., 2005, p. 176).

O autor acrescenta, ainda, que:

> [...] a baixa umidade relativa e a baixa velocidade dos ventos são condições climáticas favoráveis para os altos níveis de poluentes encontrados nas grandes cidades; contudo, quando a precipitação pluviométrica e os ventos estão intensos, ocorre a dissipação dos poluentes do ar. O crescimento das cidades, em muitos casos, desordenado e não-planejado faz com que os índices de poluição do ar fiquem próximos ao limite recomendado pela legislação ambiental e, em alguns casos, esses índices são ultrapassados, acarretando em risco à população da cidade (LEITE et al., 2005, p. 176).

Conforme a resolução do CONAMA n° 03/90, poluente atmosférico é qualquer matéria ou energia com intensidade e em quantidade, concentração, tempo ou característica em desacordo com os níveis estabelecidos, com o potencial a se tornar nocivo ou ofensivo à saúde, inconveniente ao bem estar publico, danoso à fauna e flora e prejudicial à segurança, ao uso e gozo da propriedade e às atividades da comunidade.

Leite e outros (2005) reiteram a Resolução da Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETSB, 2009), na qual o estudo da poluição urbana deve limitar-se aos poluentes mais abrangentes para determinação da poluição do ar com o monóxido de carbono (CO), dióxido de enxofre (SO_2), ozônio (O_3), dióxido de nitrogênio (NO_2) materiais particulados em suspensão (PTS), partículas inaláveis (MP_{10}) e fumaça (FMC). A poluição do ar, segundo o Instituto do Ambiente (2012), tem causado uma série de problemas, a saber:

- ✓ Degradação da qualidade do ar;
- ✓ Danos à saúde humana;
- ✓ Danos aos ecossistemas e patrimônio construído;
- ✓ Acidificação;
- ✓ Deterioração da camada de ozônio estratosférico;
- ✓ Aquecimento global/alterações climáticas.

Grilo (1993, p. 137), ao comentar Oliver (1973), aponta que, para entender a interação entre as variáveis do clima urbano, há o uso de modelos conceituais divididos em três níveis, dos quais o primeiro indica os processos responsáveis pelo clima corrente em qualquer parte da superfície terrestre; o segundo representa as variáveis geográficas (localização, tamanho da população e extensão da área); o terceiro é a maneira pela qual os elementos climáticos selecionados na cidade diferem das áreas não urbanas.

Em estudos climatológicos, o uso de modelos auxilia na representação dos fenômenos, e serve como referência para se observar e analisar sistemas físicos, buscando-se, assim, uma previsão, de modo simplificado, dos diversos processos que neles ocorrem, o que se faz, geralmente, pela modelagem representativa da análise definidora das variáveis dependentes e independentes que se interrelacionam na determinação de um modelo (CAMPOS, 2003). Tal representação do sistema climático por modelos pode ser abordada em várias escalas.

> No processo da modelagem das formas de energia que atuam na interface superfície terrestre e atmosfera, sobressai o dinamismo, que se apresenta em níveis escalares muito variados, no tempo e no espaço. Portanto, nas analises dos fenômenos climáticos é necessário se ater a um nível escalar, exigindo-se formas peculiares de abordagem do objeto [...] a finalidade da modelagem em climatologia é simular os processo, antever os seus efeitos, derivados das mudanças e suas interações internas em um sistema (CAMPOS, 2003, p. 22).

Os modelos climatológicos e meteorológicos fundamentam-se nas leis básicas da hidrodinâmica e da própria climatologia, e tratam as características sazonais dos fenômenos do tempo sobre as áreas específicas, por meio das relações gerais entre a atmosfera e a superfície terrestre, postuladas nos fundamentos da Meteorologia. Sobre isso, Silva (2007, p.27) comenta que "[...] os modelos climatológicos são, principalmente, estatísticos, enquanto os meteorológicos são físico-matemáticos, apesar de não serem mutuamente exclusivos".

Medeiros (2002) analisa o papel da sociedade como fator essencial para a modelagem da natureza, pois:

> [...] desde seu aparecimento sobre a Terra, o homem passou a causar impactos nos equilíbrios biológicos, exercendo, tal como os outros animais, uma ação sobre as comunidades naturais, como depredador e como competidor. Em muitos casos, adaptou-se às condições oferecidas pelo meio ambiente, submetendo-se a ele e modificando seu modo de vida em função dos climas e dos habitats onde se instalou (MEDEIROS, 2003, p. 9).

O mesmo autor ressalta, ainda, que a paisagem não resulta da adição de elementos geográficos; é a combinação de um conjunto dinâmico que envolve elementos físicos, biológicos e antrópicos, que reagem uns sobre os outros, fazendo da paisagem um conjunto único e indissociável e sempre evoluindo, como descrito por Monteiro (2001). As variáveis climáticas como temperatura, evaporação, vento e, principalmente, a precipitação, apresentam uma importância significativa na modelagem de paisagens, sobretudo a humanizada.

Os modelos hidrológicos dizem respeito à ciência da água, sua ocorrência, circulação e distribuição, suas propriedades físico-químicas, sua relação com o meio natural e os seres vivos, inclusive o homem. O modelo conceitual básico pode considerar a longa escala, que tenta simplificar uma realidade complexa. Eles são usados em hidrologia, segundo Chorley e Hagget (1975), com três objetivos:

* Simplificar e generalizar uma realidade complexa;
* Prever a ocorrência de eventos hidrológicos;
* Planejar o uso futuro da água.

Rossato (2002), em seu estudo, considerou que os modelos são utilizados na representação de uma heterogeneidade espacial para o escoamento no interior de uma bacia hidrográfica. Reforça, ainda, os dados utilizados com observações meteorológicas de superfície, bem como registros de precipitação e descarga dos cursos d'água.

Sobre o uso de modelos hidrológicos pela Geografia, Gregory (1992) comenta:

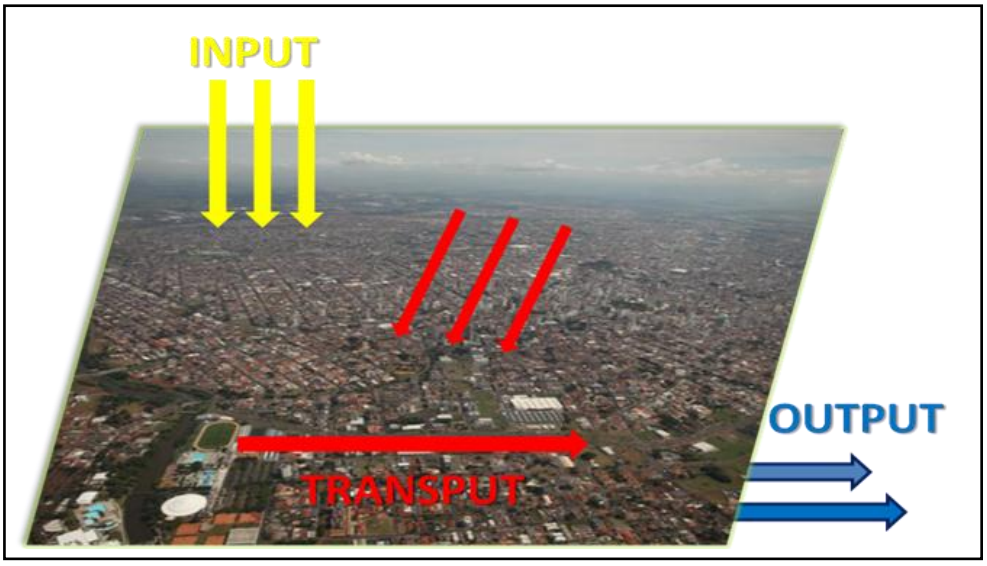
> As análises da construção de modelos hidrológicos foram feitas ou por via da Hidrologia Física, que é a investigação dos componentes do ciclo hidrológico para se obter completa compreensão dos mecanismos e interações envolvidas, ou por investigações de síntese, dos sistemas, que tentaram completa simulação da operação da bacia de drenagem pelo ajuste dos componentes e dos parâmetros do modelo até os *outputs*, a partir de modelos concordantes com resultados empíricos dos *inputs* conhecidos. Os geógrafos físicos dedicam-se, em sua maioria, à análise da Hidrologia Física, utilizando modelos para subsistemas, tais como a evaporação, a infiltração, o escoamento superficial ou a água subterrânea, ou modelos de bacias de escoamento. Embora os geógrafos físicos hajam contribuído menos intensamente para a otimização dos modelos de síntese geral dos sistemas, eles, contudo, precisam estar mais cientes do trabalho realizado pelos engenheiros (GREGORY, 1992, p. 236).

Ainda em relação ao desenvolvimento e à utilização de modelos hidrológicos na Geografia, Gregory (1992) conclui:

> [...] embora haja amplas áreas de sobreposição entre a Hidrologia e a Geografia, as duas disciplinas desenvolveram-se tão separadamente que muitos dos modelos hidrológicos desenvolvidos não têm sido geográficos em sua gênese, mas que os geógrafos não deveriam ignorar as implicações dos avanços obtidos na ciência hidrológica (GREGORY, 1992, p. 236).

Os limites naturais de uma bacia hidrográfica viabilizam a abordagem sistêmica em relação aos fluxos das entradas (*Input*), transformações (*Transput*) e saídas (*Output*) de matéria e energia do interior da bacia (Figura 4). Essa abordagem permite o desenvolvimento de modelos voltados para o planejamento e gestão de bacias hidrográficas em áreas urbanas.

Figura 4: Modelo de fluxo de energia no interior de uma Bacia hidrográfica.



Org.: Silva (2012).

Ao comentar as entradas e saídas de matéria e energia do sistema no sistema aberto, Gregory (1992) destaca:

> Os três tipos de sistemas que se distinguem são os isolados, que tem limites fechados à entrada e à saída tanto de matéria quanto de energia; os sistemas abertos, em que há troca tanto de matéria quanto de energia entre o sistema e o meio que o cerca, tais como nuvens; e os sistemas fechados, nos quais não há troca de matéria entre o sistema e seu meio circundante, embora haja em geral troca de energia. A atmosfera, os oceanos e as superfícies continentais são considerados como uma série de sistemas em sequência, interligados por fluxos de matéria e energia (GREGORY, 1992, p. 235).

A entrada de energia, quando analisada à luz da TGS, deve ir além, enfatizando o fluxo de energia que movimenta esse sistema, provocando um comportamento definido por Monteiro (2003, p.40) como "condições instantâneas", que representam os estados dos sistemas.

1.3 Bacia hidrográfica e morfologia urbana

1.3.1 Bacia hidrográfica urbana

Outro aspecto importante considerado nesse estudo de chuva em área urbana refere-se à discussão do conceito de bacia hidrográfica urbana. Segundo Pinto e Holtz (1973, p. 38): "[...] a bacia hidrográfica ou bacia de contribuição de uma seção de curso d'água é a área geográfica coletora de água de chuva que, escoando pela superfície do solo, atinge a seção considerada". Desta afirmativa sobressaem as interrelações entre a captação e a distribuição da água pluvial no contexto da área estudada, sob condição de área impermeabilizada ou não.

Para Villela e Mattos (1975, p. 6), a bacia hidrográfica "[...] é uma área definida topograficamente, drenada, por um curso d'água ou um sistema conectado de cursos d'água tal que toda vazão efluente seja descarregada de uma simples saída". Como se pode verificar em tal consideração, prevalece a preocupação com a drenagem e a vazão superficial.

Christofoletti (1996) define bacia hidrográfica como uma unidade funcional e de expressividade espacial, sendo considerada um sistema ambiental complexo em sua estrutura, funcionalidade e evolução. O autor toma o objeto em uma denotação dinâmica mais complexa, como verificado pela inclusão do aspecto sistêmico em sua diversidade de elementos constituintes, elencados acima.

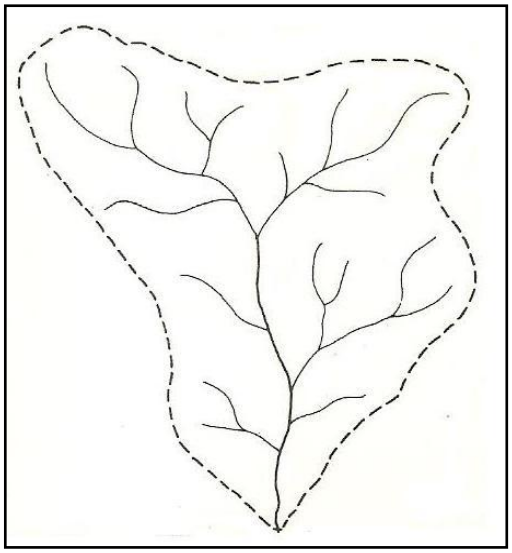
Silva, Schulz e Camargo (2003, p. 93) definem a bacia hidrográfica ou bacia de drenagem, como "[...] uma área da superfície terrestre que drena a água, sedimentos e materiais para uma saída comum, num determinado canal fluvial". Tal como Villela e Mattos (1975), os autores preconizam a drenagem, em uma consonância conceitual.

Do ponto de vista hidrológico, as bacias hidrográficas são classificadas em grandes e pequenas, não com base em sua superfície total, mas nos efeitos de certos fatores dominantes

na geração do deflúvio (LIMA, 2006). Em relação às considerações precedentes, com ênfase na captação e no deflúvio, o referido autor confirma a complexidade e heterogeneidade intrínseca ao conceito abordado com a contribuição da categoria dimensional.

As bacias hidrográficas apresentam dimensões variadas e, de acordo com sua extensão territorial, podem ser classificadas em bacias, sub-bacias e microbacias (SANTOS, 2005). Esse autor, como o anterior, ressalta o aspecto dimensional, com atribuição de divisão em categorias baseadas na característica preconizada (Figura 5):

Figura 5: Bacias e Sub-bacias.



Fonte: Adaptado de Christofoletti (1980, p.107).
Org.: Silva (2012).

No interior de uma bacia hidrográfica, principalmente na urbana, o comportamento hidrológico sofre alterações, resultando em vazões de acordo com as variáveis climáticas ao longo do tempo e da estruturação do espaço. Nesse sentido, Tucci (1998) comenta que:

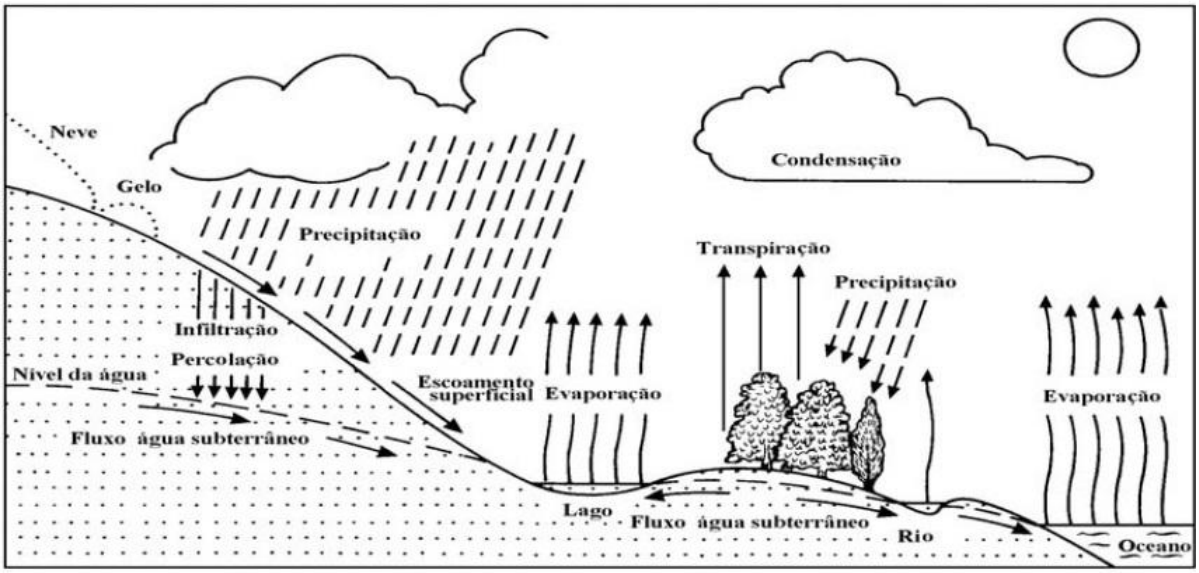
> As séries hidrológicas têm um comportamento estocástico de difícil previsão determinística. O conhecimento da variabilidade natural de uma série hidrológica depende essencialmente da representatividade dos períodos históricos conhecidos e não necessariamente do número de anos de dados (TUCCI, 1998, p. 468).

Em suma, o autor supracitado vai ao encontro da conceituação sistêmica e dinâmica das vazões hídricas, contribuindo para a teoria da variação das vazões e do uso do solo, pois a alteração da superfície causa impactos diretos no escoamento superficial.

O entendimento dos processos climáticos e hidrológicos, no interior de uma bacia hidrográfica, deve partir primeiramente de uma escala global que auxilie a compreensão do

ciclo hidrológico (Figura 6), que se caracteriza por um movimento contínuo da água. Em síntese, o ciclo refere-se à maneira pela qual a água, no estado líquido, sólido ou gasoso é armazenada e transferida pelos diferentes ambientes, com o entendimento da atmosfera, oceanos e continentes.

Figura 6: Ciclo hidrológico.



Fonte: Tucci e Mendes (2006, p. 12). Org.: Silva (2012).

Villela e Mattos (1975) comentam que o ciclo hidrológico tem seu inicio com a evaporação das águas oceânicas, seguido pelo transporte do vapor conduzido pelas massas de ar, e, posteriormente, pelo processo da condensação, transforma-se em nuvens que precipitarão sob várias formas. Ao chegar ao solo, a água segue diversos caminhos: infiltração, escoamento superficial e subterrâneo, retornando à atmosfera pelos processos de transpiração, evaporação e evapotranspiração, retomando seu ciclo.

Christofoletti (1980), ao comentar o papel exercido pelos rios no ciclo hidrológico, declara que sua alimentação se processa pelas águas superficiais e subterrâneas. Portanto, o componente escoamento fluvial resulta da quantidade de água que alcança os cursos d'água, abrangendo o escoamento pluvial resultante da precipitação, que se soma ao processo. Ressalta, ainda, que nesse mecanismo somente a porção que sofre o processo da evapotranspiarção não participa do ciclo. Sobre esse tema, Campos (2010) analisa o papel desempenhado pela radiação extraterrestre no ciclo hidrológico, e diz:

> O ciclo hidrológico e o fluxo de energia encontram-se intimamente relacionados na superfície terrestre. O Sol irradia energia para o processo de evaporação da água e

> movimenta o ar atmosférico, enquanto a água armazena a energia e movimenta-a sobre a superfície terrestre. Estas relações básicas, que viabilizam a troca de energia, precisam ser consideradas na análise do comportamento da água nos sistemas ambientais (CAMPOS, 2010, p. 32).

Gregory (1992) comenta que o ciclo hidrológico assimila a abordagem sistêmica, pelo fato de ser facilmente representado, visto que o uso de modelos hidrológicos foi feito, utilizando-se a hidrologia física, e acrescenta ainda que:

> [...] a investigação dos componentes do ciclo hidrológico para se obter completa compreensão dos mecanismos e interações envolvidas, ou por investigações de síntese, dos sistemas, que tentaram completa simulação da operação da bacia de drenagem pelo ajuste dos componentes e dos parâmetros do modelo até os outputs, a partir de modelos concordantes com resultados empíricos dos inputs conhecidos. Os geógrafos físicos dedicam-se, em sua maioria, à análise da Hidrologia Física, utilizando modelos de bacias de escoamento superficial ou a água subterrânea, ou modelos de bacia de escoamento (GREGORY, 1992, p. 236).

Do exposto anteriormente pode-se concluir que o conhecimento do ciclo hidrológico e de um de seus componentes, a dinâmica do comportamento da água sobre o solo nas áreas urbanas, apresenta-se ao mesmo tempo, como uma solução simples e como o "Calcanhar de Aquiles" dos administradores públicos, visto que as soluções existem, mas a execução e a adequação da infraestrutura ficam a desejar, como será abordado no próximo tópico.

1.3.2 Hidrologia e morfologia urbana

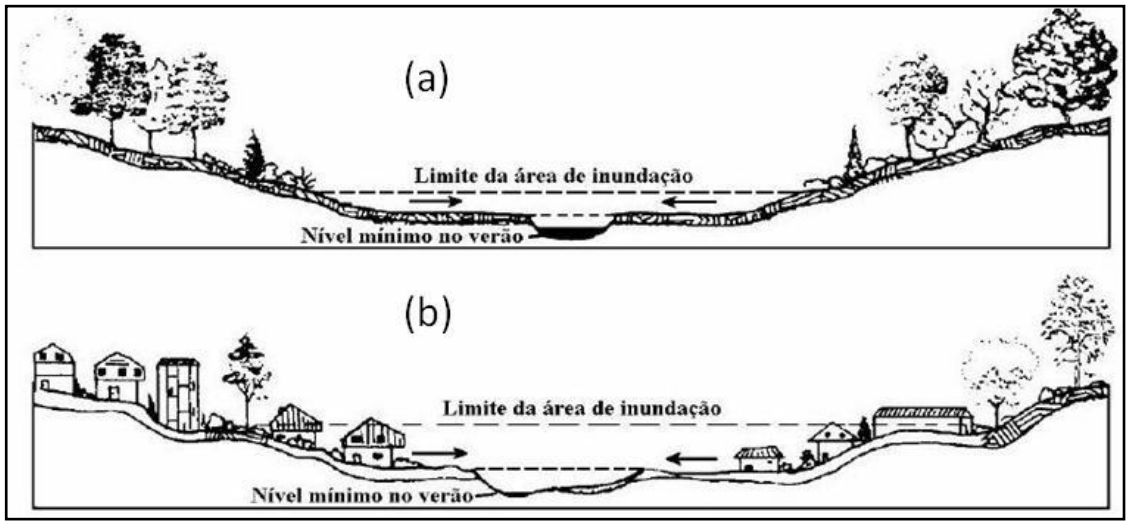
A hidrologia urbana ocupa-se do estudo dos processos hidrológicos nos ambientes afetados pela urbanização e suas interrelações focadas na drenagem, principalmente o estudo das cheias (PORTO et al., 2009). Em se tratando do desenvolvimento urbano, a drenagem aparece como um dos grandes problemas enfrentados nas cidades brasileiras, que atualmente são ocupadas por aproximadamente 80% da população brasileira (IBGE, 2011). A infraestrutura instalada, em grande parte nos grandes centros, apresenta-se inadequada. Tucci (1997) destaca que:

> [...] o planejamento urbano, embora envolva fundamentos interdisciplinares, na prática é realizado num âmbito mais restrito do conhecimento. O planejamento da ocupação do espaço urbano no Brasil, não tem considerado aspectos fundamentais,

> que trazem grandes transtornos e custos para a sociedade e para o ambiente (TUCCI, 1997, p. 5).

Acrescenta-se, ainda, que o modelo de desenvolvimento urbano brasileiro "[...] tem produzido aumento significativo na frequência de inundações, na produção de sedimentos e na deterioração da qualidade da água" (TUCCI, 1997, p.5). O uso e ocupação do solo urbano intensificam e potencializam a ocorrência de impactos ambientais, resultando na impermeabilização do solo, que acelera a vazão do escoamento superficial, acelera a vazão das águas pluviais e amplia de forma exponencial a ocorrência de inundações e enchentes. Estas representam o principal problema enfrentado na área urbana, durante o período chuvoso, sendo o resultado direto do processo de impermeabilização do solo pela ocupação de áreas ribeirinhas, onde não são respeitados os limites naturais do leito de cheia ou de várzea (Figura 7); ou pela obstrução do escoamento natural e por projetos mal elaborados, sendo esse último um dos motivos mais frequentes.

Figura 7: Ocupação urbana tradicional de áreas ribeirinhas em áreas rurais (a) e urbanas (b) por Schueler (1987).



Fonte: Adaptado de Prefeitura Municipal de Porto Alegre (2005, p. 7). Org.: Silva (2012).

É possível observar, na ilustração anterior, que como descreve Pinheiro (2007, p. 98), as enchentes são fenômenos naturais que ocorrem em áreas rurais (a) e urbanas (b), caracterizadas pela elevação dos níveis da lâmina d'água de um canal fluvial, sendo essa elevação é um fato natural. Assim, o problema reside na ocupação de áreas (córregos, riacho, ribeirão ou rios), que em períodos chuvosos naturalmente inundam, transbordando as águas do canal principal e provocando, nas bacias urbanas, enchentes que proporcionam grandes problemas sociais, econômicos e ambientais. A referida Figura também representa o processo

de crescimento desordenado e acelerado das cidades, nas últimas décadas do século XX. Assim, as principais consequências são representadas pelo aumento de loteamentos, muitos destes em descumprimento às leis ambientais locais, com a ocupação de várzeas e invasão de áreas para o estabelecimento de favelas. Estas, com o passar dos anos, acabam tornando-se loteamentos regulares com vários problemas de escoamento superficial. Tais problemas permanecem por muitos anos sem solução, pois os governos locais embasam-se nas leis para não proporem solução aos mesmos.

Outro aspecto a ser considerado é a linha de pensamento do mercado imobiliário local, cuja ocupação se dá no sentido das áreas urbanas de maior valor, coincidindo com os locais constituídos por divisores de águas, indo em direção àquelas localizadas em relevo mais baixo, próximas aos leitos d'água. Assim,

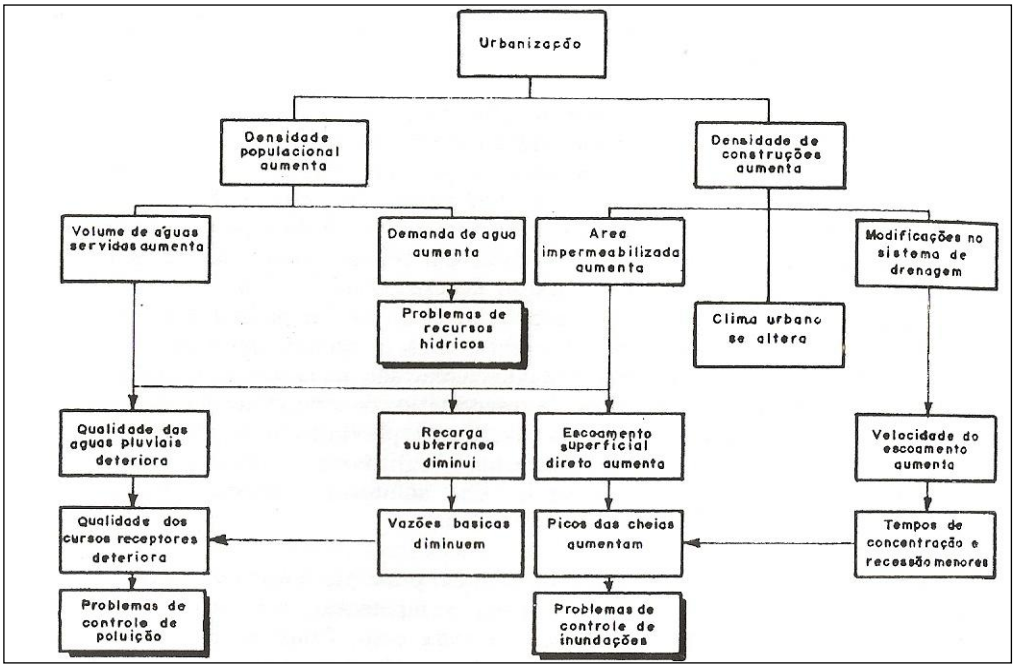
> A ocupação da bacia hidrográfica tende a ocorrer no sentido de jusante a montante, devido às características do relevo. Quando o poder publico não controla a urbanização indisciplinada das cabeceiras da bacia ou não amplia a capacidade de macrodrenagem, a frequência das enchentes aumenta significativamente, provocando a desvalorização de propriedades e prejuízos periódicos (PORTO et al., 2009, p. 809).

Esse problema ocorre nas áreas urbanas devido ao excesso de chuva, associado à ineficiência das obras públicas muito antigas, que não suportam o aumento da impermeabilização, como também ao descaso da população que joga lixo nas ruas, obstruindo as chamadas "bocas de lobo" e acentuando ainda mais as inundações. Reforçando esta ideia, Mendes (2001, p. 39) destaca que:

> [...] o elevado índice de impermeabilização do solo urbano, resultante da expansão dos espaços urbanos construídos e da pavimentação maciça, que impede a infiltração da água para o lençol freático, aumentando o escoamento superficial e, consequentemente, o alagamento de ruas e casas nos locais de maior fluxo d'água (MENDES, 2001, p. 39).

Os impactos produzidos nas cidades induzem a um ambiente degradado, que com a expansão urbana tende a agravar-se, posto que a ação do poder público associa-se a práticas pontuais (TUCCI, 1997) que minimizam os efeitos apenas em uma determinada bacia hidrográfica sem considerar os efeitos a jusante (Fluxograma 2):

Fluxograma 2: Influência da urbanização em escala local.



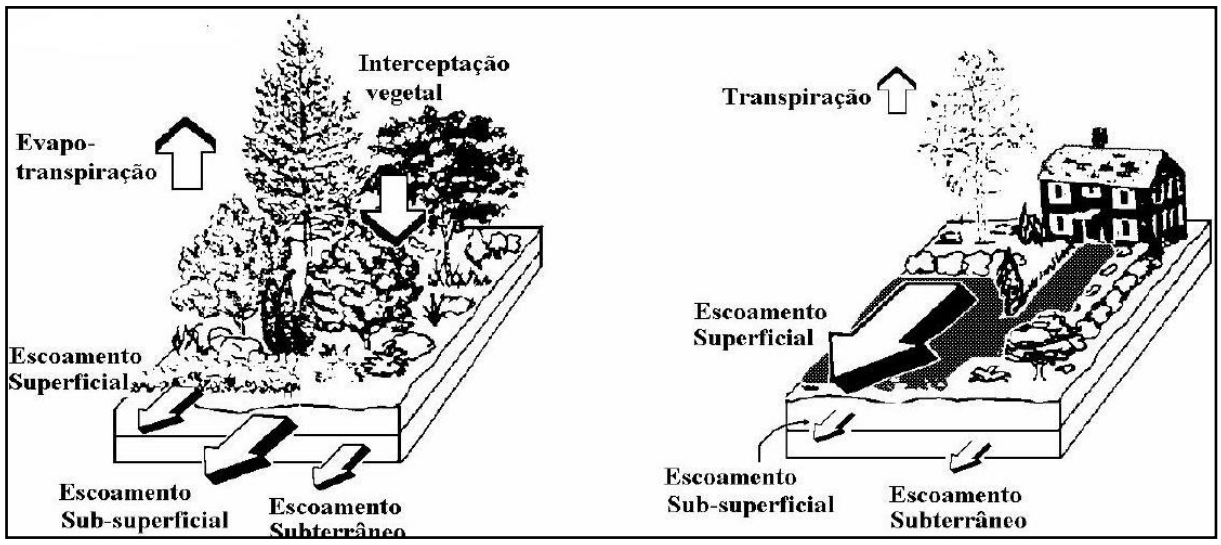
Fonte: Porto e outros (2009, p. 808). Org.: Silva (2012).

Landberg (1970) declara que com a alteração do clima urbano, as precipitações podem ter um aumento de 5% a 10%; a temperatura de 0,5º C a 1ºC e a nebulosidade até 100% a mais. Esses valores podem ser explicados pela maior concentração de poluentes na atmosfera urbana composta por uma maior quantidade de vapor d'água e poluentes, resultantes das emissões dos escapamentos dos automóveis em circulação.

A drenagem urbana possui como foco principal a remoção das águas oriundas da precipitação pluvial, que envolve diversos processos legais, institucionais, tecnológicos e sociológicos. Pode-se concluir que esse problema dos médios e grandes centros passou a exigir uma gama maior de conhecimento além da engenharia (PORTO et al., 2009). Com a urbanização vem a necessidade de ampliação dos dutos, principalmente daqueles responsáveis pela drenagem secundária que sofrem a sobrecarga da águas pluviais. Vem desse fato a necessidade da organização da ocupação urbana, que segundo Porto e outros (2009), deve ser compatível com os riscos de inundação, sendo necessária, ainda, a quantificação do impacto das diferentes condições de urbanização e escoamento.

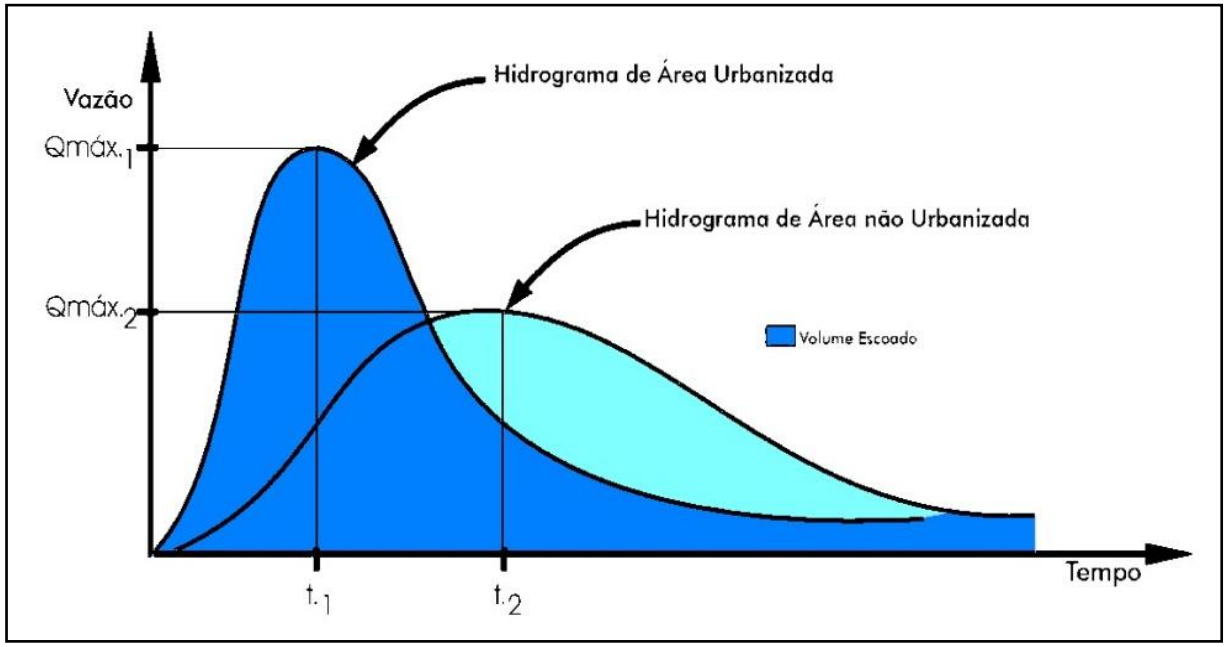
A Figura 8 e o Gráfico 1 apresentam a importância da vegetação, primeiramente pela interceptação das primeiras chuvas, que favorecem a redução do escoamento superficial, como também a recarga de água no solo, importantes ao ciclo hidrológico.

Figura 8: Importância da vegetação para reduzir a velocidade de escoamento superficial.



Fonte: Adaptado de: Prefeitura Municipal de Porto Alegre (2005, p. 7). Org.: Silva (2012).

Gráfico 1: Relação entre vazão e velocidade de escoamento superficial em áreas urbanizadas e não urbanizadas.



Fonte: http://www.ebah.com.br/content/ABAAAAaf8AB/drenagem-urbana, acesso em 01/05/2012.
Org.: Silva (2012).

Como pode ser observado no gráfico supracitado, o escoamento nas áreas urbanizadas é muito intenso, e possui proporcionalmente maior potencial para provocar impactos nesses ambientes devido à força e concentração das águas em curto espaço de tempo.

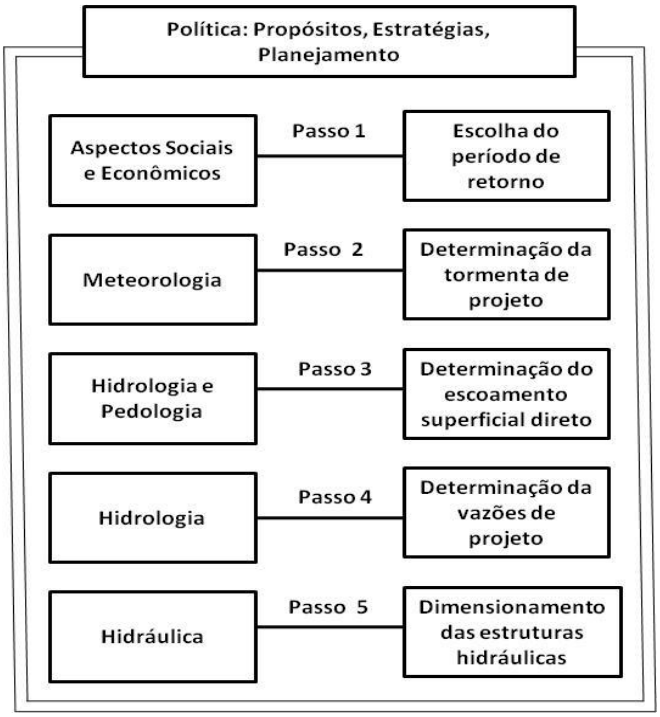
A gestão da hidrologia urbana está associada às técnicas hidrológicas focadas nas bacias de pequeno e médio porte, que como ressaltam Porto e outros (2009), a distinção entre

os tipos de bacias gera uma imprecisão, visto que os parâmetros podem variar e influenciar no comportamento hidrológico da bacia:

> Os critérios mais comuns, entretanto, classificam como bacia pequena cuja área de drenagem seja inferior a 2,5 Km^2 ou o tempo de concentração seja inferior a 1 hora. Para bacias médias, os limites superiores são, respectivamente, 1000 Km^2 e 12 horas (PORTO et al., 2009, p. 812).

A delimitação da escala de abordagem da bacia hidrográfica reflete diretamente na metodologia para o cálculo das vazões das cheias e na definição dos parâmetros hidrológicos utilizados, que como apresentado no Fluxograma 3, assinala os atributos que são usados em função da classificação da bacia, seja ela pequena ou média.

Fluxograma 3: Sequência de passos para o estudo de drenagem urbana.



Fonte: Porto e outros (2009, p. 813). Org.: Silva (2012).

As inundações das áreas urbanas desencadeiam dois processos, que ocorrem isoladamente ou de forma integrada. Conforme descritos pela Prefeitura Municipal de Porto Alegre (2005, p. 7), têm-se:

- ✓ Áreas ribeirinhas: os rios geralmente possuem dois leitos: o leito menor, onde a água escoa na maior parte do tempo; e o leito maior, que é inundado em média a cada dois

anos. O impacto devido à inundação ocorre quando a população ocupa o leito maior do rio, ficando sujeita às enchentes;

- ✓ Urbanização: a ocupação do solo, com consequente impermeabilização das superfícies e implementação de rede de drenagem, faz com que aumentem a magnitude e a frequência das inundações. O desenvolvimento urbano pode também produzir obstruções ao escoamento como aterros, pontes, drenagens inadequadas, entupimentos em condutos e assoreamento.

Assim, com vistas à amenização desses impactos, deve-se considerar o período de retorno de um evento hidrológico que apresentou impacto representativo e estabelecer, então, o grau de proteção a ser conferido à população e o que as autoridades estão dispostas a investir nesse processo (PORTO, et al., 2009). O autor ainda analisa que os estudos econômicos podem orientar a escolha do período de retorno, tendo que considerar os benefícios e os custos que apresentam grande dificuldade na sua quantificação. O Quadro 4 apresenta uma classificação das bacias hidrográficas urbanas, em detrimento da distribuição das águas precipitadas:

Quadro 4: Classificação de bacias hidrográficas, segundo Ponce (1989).

Característica	Bacia Pequena	Bacia Grande
Variação da intensidade da chuva ao longo do tempo	Constante	Variável
Uniformidade da Chuva no espaço	Uniforme	Uniforme
Escoamento superficial	Predominantemente em superfícies	Em superfícies e canais
Armazenamento na rede de canais	Desprezível	Desprezível

Fonte: Porto e outros (2009, p. 814).

As intervenções nas cidades, associadas a eventos pluviométricos intensos, que resultam em impactos no meio urbano, acarretam em remoções, desapropriações e interrupção do tráfego, inclusive quando são iniciadas as obras de reparo ou adequação das redes. Porto e outros (2009) avaliam que:

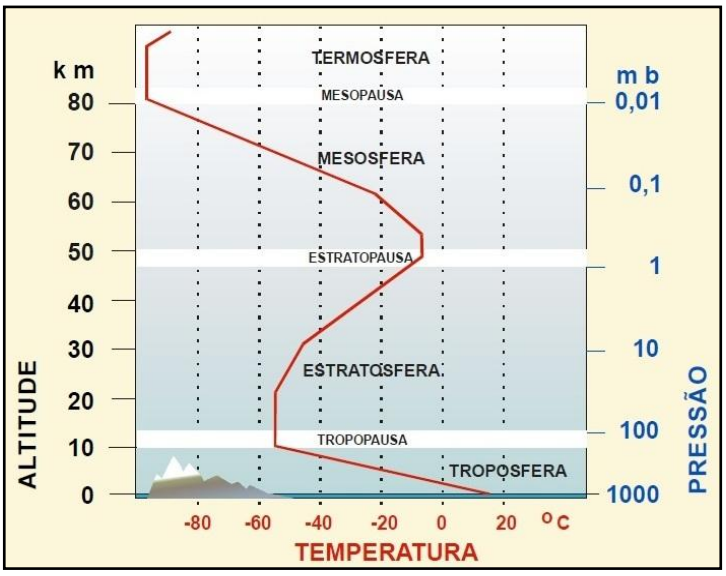
> Esses fatores significam custos adicionais e também têm implicações políticas de difícil tratamento. É comum, portanto, o equívoco em escolher períodos de retorno pequenos para minimizar custos e interferência. Tal atitude tem invariavelmente consequências adversas, pois encoraja a ocupação de áreas impróprias devido à falsa sensação de segurança (PORTO et al., 2009, p. 814).

Como mencionado, a escolha inadequada do período de retorno apresenta-se como o grande problema para a infraestrutura urbana, pois as ocorrências de eventos extremos estão aumentando nas últimas décadas, residindo ai a necessidade de uma margem maior de segurança. Nesse sentido, o conhecimento dos elementos climáticos nas áreas urbanas é essencial para uma adequação das vias publicas, bem como para uma maior eficácia da rede de escoamento superficial.

1.4 Elementos da atmosfera

Ayoade (1986) descreve a atmosfera como uma fina camada de gases, fixada ao planeta pela gravidade e resultante de uma mecânica estável de gases. Destes, destacam-se o oxigênio (O_2), hidrogênio (N), gás carbônico (CO_2) e nitrogênio (N), sendo constituída por cinco camadas: Exosfera, Termosfera, Mesosfera, Estratosfera e Troposfera (Gráfico 2). Nesta última, a mais próxima à superfície terrestre, ocorrem os fenômenos meteorológicos, em decorrência do peso do ar, resultante da força da gravidade e da variação de temperatura do solo no decorrer do dia; sua extensão varia desde a superfície até a altura de 20 km, nas proximidades do Equador, e 12 km nos pólos.

Gráfico 2: Distribuição estratigráfica da atmosfera.



Fonte: Varejão (2006, p. 105). Org.: Silva (2012).

Conforme descrevem Ayoade (1986) e Mendonça e Danni-Oliveira (2007), a atmosfera é uma mistura mecânica de gases, e apresenta uma composição volátil, refletindo um composto que é acrescido pelos gases, vapor d'água, ozônio e material particulado, na sua parte inferior (até 25 km de altura), definida homosfera (troposfera e estratosfera). Sobre a troposfera, Ayoade (1986) destaca que:

> [...] contém cerca de 75% da massa gasosa total da atmosfera e virtualmente a totalidade do vapor d'água e aerossóis. Portanto, ela é a camada onde os fenômenos do tempo atmosférico e a turbulência são mais marcantes e tem sido descrita como a camada da atmosfera que estabelece as condições de tempo (AYOADE, 1986, p. 20).

A regulação do clima se dá pelo equilíbrio entre diversos elementos e processos interdependentes, resultantes do fluxo de radiação solar na atmosfera e superfície terrestre, que podem ser divididos em: atmosfera (camada que envolve a superfície terrestre), hidrosfera (camada do planeta ocupada pela água, constituída pelas águas dos oceanos, mares, rios, lagos), criosfera (formada pela água no estado permanentemente sólido e com potencial para se tornar líquida), superfície terrestre (camada onde se estabelece atmosfera e hidrosfera), biosfera (também designada esfera da vida) e radiação solar (energia emitida pelo solo).

Pela análise do balanço médio de radiação numa escala global, Varejão (2006) descreve que cerca de 36% é refletido pelas nuvens e pelas partículas presentes na atmosfera e retornam para o espaço e 64% são absorvidos e refletidos para o espaço como radiação infravermelha emitida pela superfície terrestre e pela atmosfera mantendo, assim, o balanço no estado nulo (Tabela 3):

Tabela 3: Estimativa do Equilíbrio radioativo terrestre (kcal cm^{-2} ano $^{-1}$) Sellers (1975).

Discriminação	energia		%
RADIAÇÃO SOLAR			
Incidente (Q_O)		+263	100,0
Total de energia refletida		**– 94**	**35,7**
por nuvens	– 63		
por gases, água e poeiras	– 15		
pela superfície	– 16		
Total de energia absorvida		**+169**	**64,3**
por nuvens	+ 7		
por gases, água e poeiras	+ 38		
pela superfície	+124		
ENERGIA INFRAVERMELHA			
Transferida pela superfície		–258	
emitida para o espaço	– 20		
absorvida pela atmosfera	+238		
Transferida pela atmosfera		–355	
perdida para o espaço	–149		
absorvida pela superfície	+206		
Saldo real à superfície (206–258)		– 52	19,8
Saldo real da atmosfera (238–355)		– 17	44,5
Saldo infravermelho efetivo		**–169**	**64,3**

Fonte: Varejão (2006, p. 211). Org.: Silva (2012).

Outro fator a ser considerado nessa equação refere-se ao eixo de distribuição dos raios solares, principalmente nos polos, devido ao ângulo de incidência de 45° nessa região, resultando numa perda de 100 w/m^2. Isso demonstra a menor temperatura em tais áreas. Na região tropical, a maior incidência favorece a circulação fluídica, que distribuem o calor promovendo, assim, o equilíbrio em relação às áreas mais frias:

> A maneira como a atmosfera faz essa distribuição é por meio de distribuição horizontal – o vento – e de movimentos verticais. O excesso de energia nos trópicos, especificamente nas regiões equatoriais, faz o ar aquecido se elevar, induzindo a formação de nuvens profundas que chegam até a tropopausa [...] O ar sobe até a proximidade do Equador e desce nos subtrópicos, a proximidade de 30 graus de latitude norte e sul, por meio de uma célula de circulação denominada célula de Hadley (DIAS; SILVA, 2009, p. 16).

Esse movimento contínuo origina o que se entende por frentes quentes ou frias, responsáveis pela mudança contínua do tempo, seja ele: calor, frio, seco ou chuvoso. Costa e Rosa (1999) caracterizam a radiação solar e sua influencia na atmosfera, expondo que:

> A radiação solar é a energia transmitida pelo sol (motor de todo o sistema de vida terrestre) sob a forma de ondas. Sua distribuição espectral tem mais de 99% da

> energia contida na faixa de comprimentos de onda entre 0,3 e 4.0 micrômetros. Esta energia solar, nas camadas mais altas da atmosfera, contém certa quantidade de energia que varia em função da distância da terra e o sol e das atividades solares, cuja média é igual a 1,97 cal/cm^2/dia (constante solar), e cujo espectro é constituído de ondas eletromagnéticas de diferentes comprimentos, que podem ser divididos em três principais regiões: ultra-violeta, visível e a infravermelha. À medida que a radiação penetra na atmosfera terrestre, sua intensidade é reduzida e sua distribuição espectral é alterada em função da absorção, reflexão e difusão dos raios solares pelos diversos componentes do ar (COSTA; ROSA, 1999, s.n).

Do exposto, pode-se concluir que o papel da radiação solar como fator deflagrador e essencial para a manutenção da dinâmica climática do planeta é fundamental para a manutenção de seu equilíbrio.

1.5 Circulação atmosférica

1.5.1 A circulação das massas de ar na América do Sul, na Região Sudeste e no Triângulo Mineiro

A descrição da dinâmica atmosférica é essencial para o entendimento da distribuição e ausência de chuvas, visto que a variação do estado de tempo, em nível regional e local, está ligada a esta dinâmica. Sobre a circulação das massas de ar e suas escalas de abordagem, Monteiro (1963) descreve que a movimentação zonal generalizada fornece a verdadeira unidade geográfica, e a local dá a diversidade e potencializa as influências dos fatores locais. Portanto, o entendimento do clima passa, necessariamente, pelo conhecimento da dinâmica atmosférica em escala local, foco do estudo da integração dos processos naturais nos quais se inserem e organizam-se as camadas superiores da atmosfera.

Como afirma Nimer (1979, p. 268), o conhecimento dos fatores estáticos ou geográficos que exercem influência sobre uma região nunca será suficiente para o entendimento do clima, pois este é influenciado por diversos elementos, como relevo, continentalidade, maritimidade e altitude, que interagem com as características regionais de circulação atmosférica.

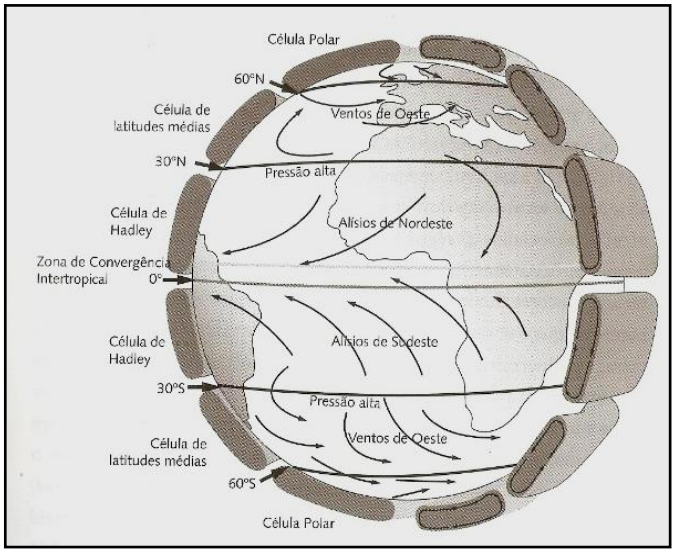
A climatologia dinâmica ou circulação atmosférica, descrita por Nimer (1979), busca analisar as massas de ar em seu sentido mais amplo, ou seja, abrangendo as frentes, os

ciclones e anticiclones móveis e outros elementos dinâmicos, buscando compreender os "porquês" e os fenômenos climáticos mais persistentes.

As massas de ar originam-se da irregularidade na distribuição da radiação no planeta. Conforme descrito por Dias e Silva (2009), os fluidos definem o clima por sua interatividade. Entende-se, portanto, que dessa interação surgem a circulação atmosférica e as correntes marinhas. A formação de núcleos de pressão alta (30º) e baixa (60º), tanto no hemisfério sul quanto no norte, são responsáveis por um grande fluxo de ar quente e frio que dão origem a três grandes células de circulação vertical, conforme a Figura 9:

- Célula de Hardley (0º a 30º);
- Célula de Ferrell (30º e 60º) ou Célula de Latitudes Médias;
- Célula Polar (30º e 90º).

Figura 9: Circulação Geral da Atmosfera.



Fonte: Dias e Silva (2009, p, 17). Org.: Silva (2012).

A massa de ar (*m*) pode ser definida como um volume de ar que apresenta características mais ou menos uniformes em sua face horizontal, abrangendo muitas centenas de milhares de quilômetros quadrados, e suas características básicas são a temperatura, pressão e umidade. Sobre a formação das massas de ar, Rodrigues (2006) comenta:

> As massas de ar transportam e são caracterizadas pela sua região de formação a exemplo dos pólos, podem ser classificadas como marítimas, equatoriais e continentais. A formação destas ocorre quando um volume significativo de ar fica estacionado nas áreas conhecidas como anticiclone que disseminam ventos sobre os

> continentes ou oceanos, transportando suas propriedades geradoras (RODRIGUES, 2006, p. 51).

Varejão (2006, p. 369) acrescenta que a superfície influencia nas camadas de ar, e estas acabam por adquirir suas propriedades termodinâmicas e umidade, e salienta que quanto maior o tempo de exposição à superfície maior será a área influenciada, e enfatiza, ainda, que:

> Para que o contato do ar com a superfície seja efetivamente prolongado, impõe-se uma condição dinâmica: a presença de um amplo anticiclone na região, assegurando divergência à superfície, o que implica a ocorrência de ventos fracos, os quais provocam pequena turbulência mecânica. Essa turbulência é indispensável à mistura do ar e a conseqüente distribuição espacial de suas propriedades físicas. Não existindo vento, a camada atmosférica, modificada por influência da superfície, seria muito menos espessa. Por outro lado, se a velocidade do vento fosse grande, haveria intensa turbulência, atingindo uma camada atmosférica muito mais espessa, o que dificultaria a formação da massa de ar (VAREJÃO, 2006, p. 369).

A partir dos comentários dos autores citados anteriormente, é possível concluir que embora as massas de ar são homogêneas estas deslocam-se de acordo com as características de sua formação, ou seja, suas variações de umidade, temperatura e pressão atmosférica. As massas de ar responsáveis pelas condições de tempo, na América do Sul, podem ser divididas em três grupos: massas equatoriais, tropicais e polares, que compreendem os sistemas de grande atuantes do nível zonal ao regional, ou seja, a circulação primária (MENDES, 2001).

Na América do Sul predominam os sistemas atmosféricos oceânicos, caracterizados pelo avanço das massas de ar e das frentes dele originadas. Monteiro (1966, p. 122) descreve os centros atuantes na América do Sul que definem as correntes perturbadas e as massas de ar. Acrescenta-se, ainda, que os Anticiclones do Atlântico e do Pacífico influenciam as regiões tropicais, e a Depressão do Chaco atua como centro negativo, sendo sua influência proeminente no Brasil. As massas atuantes na América do Sul são descritas a seguir:

- *Massa Equatorial Pacífica (mEP)* – tem sua origem próxima à linha do Equador. É quente e úmida, originam chuvas no Pacífico e também na faixa oeste da Cordilheira do Andes.
- *Massa Equatorial Continental (mEC)* – origina-se na porção noroeste da Amazônia. É quente e úmida, atua na Amazônia Ocidental durante o ano todo e, no período do verão, nas demais regiões do Brasil.
- *Massa Equatorial Atlântica (mEA)* – com origem no Atlântico norte no anticiclone dos Açores. É quente e úmida, gera os ventos alísios de nordeste e atua no litoral das regiões Norte e Nordeste, na primavera e no verão.

As massas de ar tropicais são divididas em:

- *Massa Tropical Pacífica (mTP)* – com origem no Pacífico Sul, próximo à linha do Trópico de Capricórnio. É quente e úmida, provocando chuvas frontais, na região do Pacífico especialmente próximo ao litoral andino graças à ação da corrente fria de Humboldt.
- *Massa Tropical Continental (mTC)* – tem sua origem na baixa do Chaco, e, consequentemente, apresenta-se quente e seca. Na primavera e verão encontra-se com a MEC e provoca chuvas. No outono e inverno, o contato com a MPA causa baixo índice pluviométrico.
- *Massa Tropical Atlântica (mTA)* – com origem no Atlântico sul, próximo ao Trópico de Capricórnio, no anticiclone de Santa Helena, apresenta-se quente e úmida. Origina os ventos alísios de sudeste e atua nos litorais do Nordeste, Sudeste e Sul. Provoca chuvas frontais de inverno, pois se encontra com a MPA; na região sudeste, chuvas de relevo, em contato com a Serra do Mar; atua durante o ano todo.

As massas polares são classificadas conforme a descrição abaixo:

- *Massa Polar Pacífica (mPP)* – origina-se no Pacífico Sul, com característica fria e seca, desloca-se em direção ao Equador, no sentido da Cordilheira dos Andes, acompanhando a corrente de Humboldt. Provoca chuvas frontais ao entrar em contato com a MTP.
- *Massa Polar Atlântica (mPA)* – origina-se no deserto da Patagônia na Argentina. É fria e seca, atua nas regiões sul e sudeste com maior intensidade. Quando chega ao litoral do Nordeste encontra-se com a TA e provoca chuvas no inverno, quando atinge a Amazônia, causando quedas de temperatura conhecidas regionalmente como friagem.

Para o entendimento do comportamento das massas de ar deve-se considerar a variação isobárica encontrada nos continentes e acentuada nos oceanos. Rodrigues (2006) argumenta sobre a distribuição isobárica identificadas nas cartas de pressão da América do Sul, declarando que

> a) Os anticiclones semi-fixos, ou centros de ação do Atlântico que tangenciam o litoral. As suas pressões máximas são respectivamente de 1021 a 1023 mb. Tais centros se encontram na sua maior latitude nesta época do ano. b) a zona circunpolar de baixas pressões a partir da latitude de 40º, com pequena curvatura para norte sobre o continente, dado o aquecimento deste, relativamente ao mar, nessa época do ano. c) depressão térmica continental, oriunda do forte aquecimento terrestre no verão, e cuja pressão central é de 1008 mb. Ela produz no litoral uma inflexão nas isóbaras do centro de ação do Atlântico. d) o anticiclone frio do Antártico, muito

> enfraquecido no verão e recuado para o pólo. e) o anticiclone do Atlântico, no hemisfério norte, tangenciando a costa setentrional do continente (RODRIGUES, 2006, p. 52).

Após o deslocamento das massas de ar que se originam no continente antártico, estas seguem em direção ao sul do continente americano, seguindo as depressões térmicas. No trajeto sofrem alterações, a princípio nos oceanos, interagindo com ele, aquecendo e ganhando umidade, e ao chegar ao continente infiltra-se entre os anticiclones do Atlântico e do Pacífico. O anticiclone do Atlântico, por sua vez, condiciona a formação dos ventos alísios, que sopram em direção ao litoral brasileiro. Durante o inverno, o deslocamento desse anticiclone, cerca de 5°, amplia a sua ação sobre o território brasileiro. Já o anticiclone do Pacífico, atua esporadicamente durante o inverno em consequência de seu deslocamento mais ao Sul, aproximando-o do anticiclone Migratório Polar. Observa-se, então, a acentuação da frontogênese (ASSUNÇÃO, 2002).

A presença do centro de baixa pressão, conhecida como depressão térmica do Chaco, é resultado direto das variações térmicas entre o litoral e o continente, e oferece baixa resistência à penetração da massa PA e dos ventos quentes da Região Nordeste.

Assunção (2002) ressalta que a ação dos centros de pressão não é fixa, ou seja, estão constantemente mudando de posição, conforme o ângulo de inclinação do planeta, que causa as estações do ano. No inverno, a referida inclinação causa um aumento da pressão atmosférica, redirecionando os anticiclones mais ao Sul.

Conforme Mendes (2001), a *m*PA assume três caminhos principais na América do Sul durante os meses de inverno, quando a produção de frentes frias intensifica-se:

> O primeiro caminho corresponde à depressão formada pelos planaltos brasileiros e a Cordilheira dos Andes, onde a massa de ar fria passa sobre o Paraguai, o Pantanal e o Estado do Mato Grosso, atingindo a região Norte do Brasil, provocando o fenômeno conhecido como "friagem" na Amazônia [...] que vem a consistir, portanto, numa invasão, durante o inverno, de vigoroso anticiclone frio de massa polar, cuja trajetória ultrapassa, praticamente, o equador. No segundo caminho, a Massa Polar Atlântica avança sobre o Planalto Meridional, provocando chuvas frontais e geadas nos estados do sul. Todavia, à medida que a massa de ar vai avançando em direção a latitudes menores, ela vai se aquecendo, produzindo um inverno seco, devido à escassez de umidade da própria massa e da região onde ela se encontra nessa época do ano. No terceiro caminho, ela praticamente vem contornando o litoral oriental da América do Sul, atingindo a Massa Tropical Atlântica, quente e úmida, provocando chuvas frontais no litoral leste e nordeste do Brasil no período do inverno (MENDES, 2001, p. 70).

A massa Polar, ao longo da trajetória, estende sua área e diminui sua espessura ao se aproximar do Equador; porém, ao chegar à região Amazônica, transforma-se em área de baixa

pressão atmosférica e durante o verão, e avança em direção à Região Sudeste, trazendo umidade e aumentando as temperaturas.

A continentalidade atua na Região Sudeste, onde é formada uma área de baixa pressão, provocando a movimentação do Equador térmico, possibilitando a convergência dos alísios de Nordeste que trazem umidade, aumentando a precipitação nessa região, inclusive no Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba.

A circulação geral da atmosfera altera as condições climáticas na Região Sudeste, sendo responsável pela sazonalidade climática no decorrer do ano. As principais massas de ar que exercem influência sobre o clima regional são a Tropical Continental, Tropical Atlântica e a Polar Atlântica. A região Sudeste, segundo Mendes (2001), é suscetível à ocorrência de associações de frentes frias e linhas de instabilidades tropicais, gerando as Zonas de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), cuja característica principal é a incidência de eventos, com precipitações intensas e de longa duração, atingindo o Sudeste brasileiro, inclusive a região do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba.

> A FPA possui uma ação fundamental na dinâmica de gênese da ZCAS, pois ela atua como um canalizador da convergência do ar nos baixos níveis da atmosfera que alinha, na sua direção, as IT, dirigindo a umidade originada na Amazônia para a região Sudeste e, conseqüentemente, Minas Gerais. Neste ponto, ocorre a ascensão do ar quente e úmido, que após esfriamento e condensação forma uma série de nuvens ao longo da FPA. Assim, a orientação noroeste-sudeste da ZCAS é causada pela ajuda da FPA, que sobre o continente apresenta normalmente essa mesma direção (MENDES, 2001, p. 74-75).

Na região do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, situada no oeste mineiro, é nítida a ocorrência de duas estações bem definidas: uma seca, consequente da ação das massas Tropical Atlântica e Polar Atlântica; outra chuvosa, que segundo Assunção (2002, p.153), "[...] em decorrência do aquecimento continental, a massa Tropical Continental dificulta o deslocamento da massa Polar (*m*P), provocando instabilidade na massa Tropical Atlântica, o que origina as precipitações".

Na estação seca, a massa Polar (*m*P), ao se tropicalizar, impede o avanço dos fluxos de umidade oriunda da região Amazônica. Destaca-se, ainda, que durante a estação chuvosa (outubro/novembro) ocorre o enfraquecimento dos sistemas de circulação, associados à *m*P e, consequente, a instalação dos sistemas tropicais até o final do período chuvoso.

1.5.2 Dinâmica de ação das frentes frias no Brasil

As frentes frias atuam no decorrer do ano no sentido sudoeste–nordeste, influenciando diretamente na sazonalidade do clima no Brasil. Sua influência é mais nítida em momentos distintos: no verão, interagem com o ar úmido e quente, provocando chuvas de intensidades variadas; durante o inverno, são responsáveis pela diminuição da temperatura, causando geadas e friagem (CAVALCANTI; KOUSKY, 2009).

Sobre as características das frentes frias, Varejão (2006) comenta:

> Uma frente é dita fria quando sua passagem por um determinado local da superfície terrestre provoca a substituição do ar quente que ali existia por ar frio. Assim, a massa de ar pré-frontal é quente e a massa de ar pós-frontal é fria [...] De vez que o ar frio é mais denso, a superfície frontal fria se estende para traz, por sobre o ar frio invasor (que tende a permanecer justaposto à superfície terrestre), apresentando-se com uma inclinação da ordem de 1: 50 a 1: 100 (VAREJÃO, 2006, p. 373).

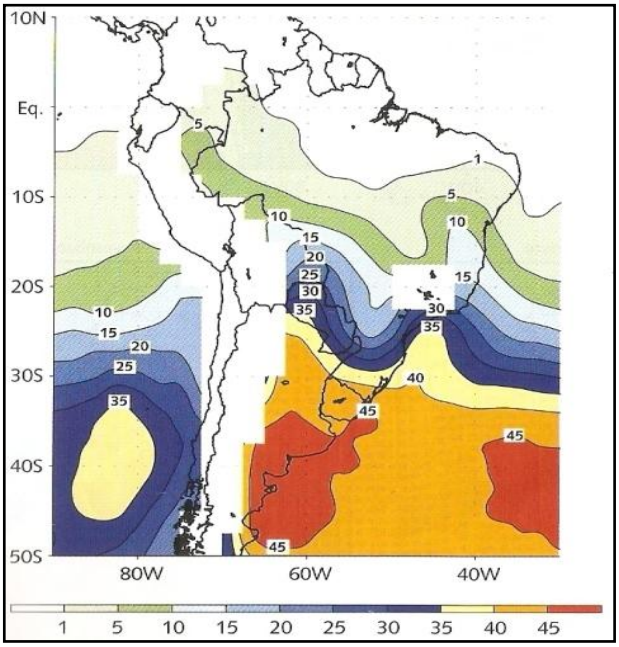
O entendimento dessa dinâmica é essencial para compreender os impactos relacionados às precipitações intensas nas cidades brasileiras, que em sua maioria estão despreparadas para receber essas chuvas torrenciais.

A ação das frentes varia durante o ano; em média atuam quarenta e cinco. Destas, de uma a cinco agem na Amazônia produzindo o fenômeno da friagem. Segundo Cavalcanti e Kousky (2009), atuam na Região Sudeste de cinquenta a sessenta sistemas frontais por ano, principalmente no Sul de Minas Gerais, Leste de São Paulo e Rio de Janeiro, e acrescentam:

> Existe uma sazonalidade na ocorrência de passagens de frentes frias, que são mais frequentes de maio ao setembro e menos frequentes de durante o verão do hemisfério Sul (dezembro a fevereiro) [...] Elas são mais raras ao norte de 20ºS durante o verão (dezembro a fevereiro). Embora no verão ocorram passagens de frentes sobre o sudeste do Brasil que induzem convecção e precipitação nas regiões tropicais e subtropicais da América do Sul e que alimentam as ZCAS (CAVALCANTI; KOUSKY, p. 139, 2009).

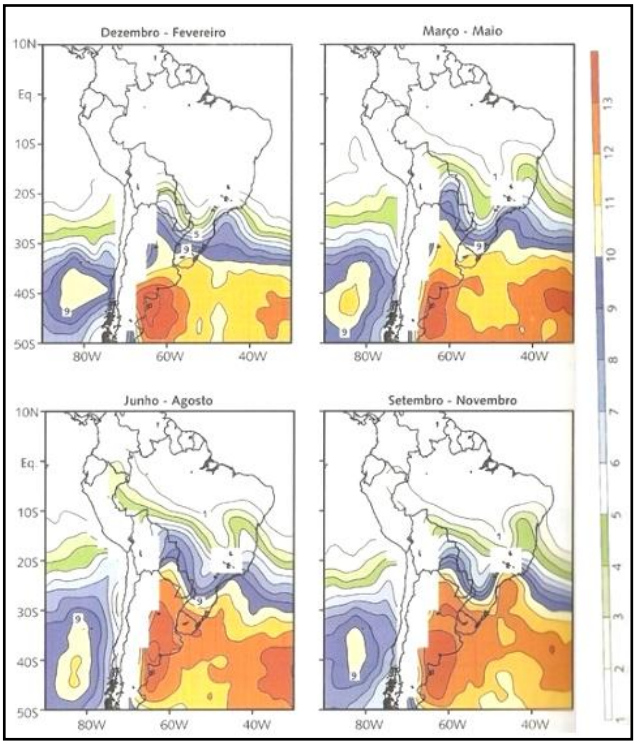
Pelo exposto, observa-se que aproximadamente vinte e cinco frentes frias atuam na cidade de Uberlândia (Figura 10), e estão associadas àquelas que agem no Mato Grosso do Sul e no oeste Paulista. Nessas regiões, as ocorrências são mais frequente de maio a setembro, e com pouca atuação no trimestre dezembro-fevereiro (CAVALCANTI; KOUSKY, 2009). Já a Figura 11 apresenta as médias das frentes frias que atuam por trimestre:

Figura 10: Média de frentes frias que atuam no Brasil (1979-2005).



Fonte: Cavalcante e Kousky, p. 139, 2009. Org.: Silva (2012).

Figura 11: Média de frentes frias que atuam no Brasil por trimestre (1979-2005).



Fonte: Cavalcante e Kousky, p. 140, 2009. Org.: Silva (2012).

Pode-se observar na Figura 11 a existência de uma sazonalidade: durante os meses de maio a novembro, as frentes frias têm uma maior atuação, diminuindo a frequência no trimestre dezembro-janeiro-fevereio, mas com atuações que provocam chuvas intensas quando associadas a sistemas frontais ou à ZCAS, como será abordado no próximo tópico.

1.5.3 Caracterização Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS)

A ZCAS, segundo Carvalho e Jones (2009), é uma atividade convectiva que começa no norte da Bacia Amazônica, a partir de agosto, em direção ao sudeste do Brasil, com maior incidência no início da estação chuvosa e com predomínio entre dezembro e fevereiro. O seu enfraquecimento durante alguns dias é acompanhado por chuvas convectivas e períodos nublados, que originam chuviscos e chuvas de baixa intensidade, podendo, em eventos associados a linhas de instabilidade, provocar chuvas intensas.

A variabilidade espacial das ZCAS está associada às monções tropicais[5], que se mantêm por meio da reciclagem da floresta tropical, favorecendo a formação da ZCAS durante o verão (GAN; RODRIGUES; RAO, 2009).

Dentro do período de maior, a ocorrência das chuvas em Uberlândia fica sob a ação de sistemas tropicais e polares, desencadeando chuvas frontais e convectivas relacionadas à ação da ZCAS, que conforme Mendonça e Danni-Oliveira (2007):

> A Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) pode ser facilmente identificada em imagens de satélite por meio de uma alongada distribuição de nebulosidade de orientações NW/SE, tal qual a Linha de Instabilidade (IT), de Edmond Nimer. A ZCAS resulta da intensidade do calor e da umidade provenientes do encontro de massas de ar quentes e úmidas da Amazônia e do Atlântico Sul na porção central do Brasil. Em geral uma ZCAS estende-se desde o sul da região Amazônica até a porção central do Atlântico Sul (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007, p. 84).

Ruoso (2007) ao comentar sobre a ZACS acrescenta:

> ... é definida como uma faixa de nebulosidade orientada no sentido noroeste-sudeste, que se estende do sul da Amazônia ao Atlântico Sul-Central por alguns milhares de km, bem caracterizada nos meses de verão. Trata-se do principal sistema de grande escala responsável pelo regime de chuvas sobre o Brasil durante Outubro a Março, possível de ser identificada pela imagem de satélite. Às vezes as ZCAS fica presente

[5] Segundo Gan, Rodrigues e Rao (2009, p. 298): "Em estudos recentes, a região central da América do Sul apresenta algumas características similares à circulação de monção observada em outras partes do globo. [...] o desenvolvimento do sistema de monção começa durante a primavera, com o aumento da convecção sobre o noroeste da bacia Amazônica em meados de setembro, quando avança para o sudeste, até atingir a longitude 48°W (região sudeste) em novembro. A precipitação máxima ocorre durante o verão.

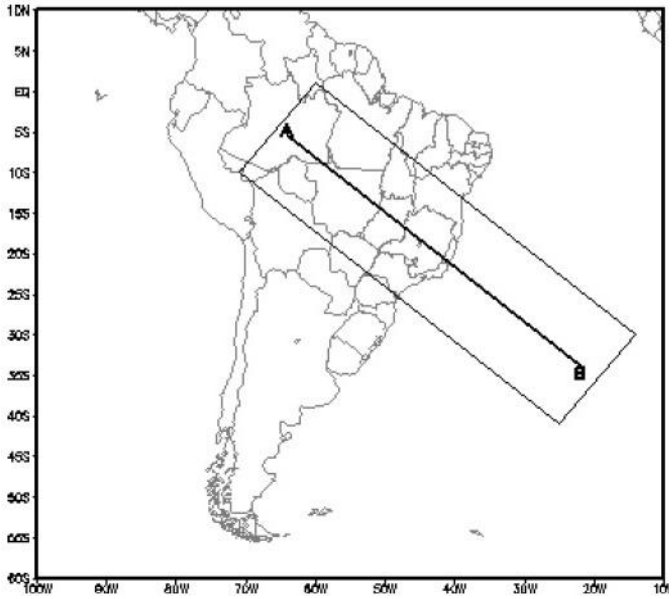
> por dias causando precipitação generalizada chegando a causar enchentes e deslizamento de encostas em algumas regiões. Outras vezes, ela se enfraquece e durante alguns dias a convencção é inibida. Porém, mesmo durante os períodos em que esta ativa, a intensidade da convecção pode variar, com dias que aparecem nublados com alguma chuva ou chuvisco mas outros em que a convecção está bem desenvolvida, com linhas de instabilidade e outros sistemas convectivos organizados que produzem grande quantidade de chuva. Linhas de instabilidade e outros sistemas convectivos de mesoescala também podem ser observados na ZCAS (RUOSO, 2007, p. 33).

Segundo Carvalho e Jones (2009), o El Niño atua na monção da América do Sul e na ZCAS, favorecendo a ocorrência de eventos extremos de precipitação. Outro aspecto salientado pelos autores é o impacto desses fenômenos nos centros urbanos da Região Sudeste, a mais populosa do País:

> Precipitações intensas e persistentes por muitos dias podem gerar significantes danos econômicos e perdas de vidas, principalmente em cidades cuja infraestrutura não é adequada para evitar enchentes e aquelas que possuem habitações em locais de risco, como encostas de montanhas vales de rios e córregos (CARVALHO, JONES, 2009, p. 106).

A Figura 12 apresenta a área de influência da ZCAS, descrita por Mendonça e Bonatti (2008, p. 384), na qual "[...] o segmento A-B indica o eixo médio da confluência do campo composto de vento horizontal em 850h [...] que coincide com a banda de nebulosidade associada a ZCAS":

Figura 12: Área de atuação da ZCAS.



Fonte: Mendonça e Bonetti (2009, s.n). Org.: Silva (2012).

Segundo Satyamurti e outros (1998), Kodama (1992) e Sacramento e outros (2010), sua identificação pode ser feita pela identificação da persistência por mais de quatro dias, com orientação nordeste-sudeste, associada à presença de um cavado localizado a leste da Cordilheira dos Andes.

A variabilidade temporal da ZCAS pode ser observada em diferentes escalas de tempo: a escala sinótica, associada à atuação de frentes frias ligadas à atividade convectiva no oeste-sudoeste da Amazônia; escala de tempo subsazonal, com variação de 10 a 100 dias relacionada à variação da radiação de onda longa (ROL), com incidências estatísticas representativas, cujas variações, em períodos inferiores a noventa dias, com variâncias em relação às ZCAS na região central da América do Sul (CARVALHO; JONES, 2009).

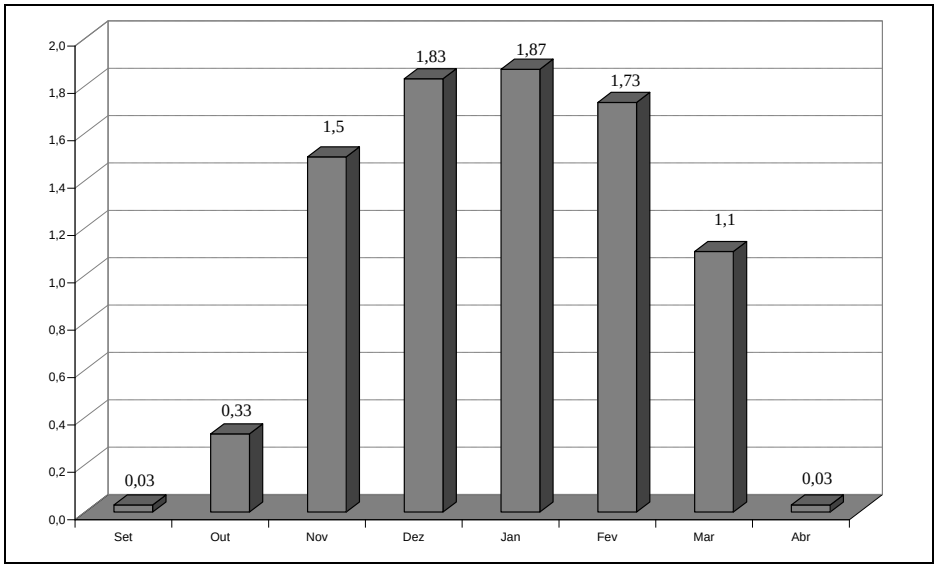
Ainda associado a Carvalho e Jones (2009), os padrões intrasazonais de circulação de grandes escalas provocam anomalias de precipitação *seesaw* (gangorra) sobre a região Sudeste; também destacam que as ZCAS, quando analisadas em escalas de tempo interanuais, o fenômeno El Niño influência na variabilidade da monção na América do Sul e na ZCAS e na ocorrência de eventos extremos.

Pesquero (2009) apresenta o resultado dos levantamentos sobre a ocorrência de ZCAS, dividindo sua atuação em três nas regiões Sul, Nordeste e Sudeste, no período de 1961-1990:

> No total foram 255 casos de ZCAS, sendo 173 casos (68%) sobre a Região SE, 12 casos (5%) sobre o norte da Região S e 70 casos (27%) no sul da Região NE. As ZCAS simuladas sobre a Região SE têm um período médio de 8,2 dias, sobre o norte da Região Sul 7,3 dias e sobre o sul do Nordeste 7,6 dias. O DP deste período médio de dias foi de 2,3 dias para o norte da Região S, 3,6 dias para a Região SE e 2,9 dias para o sul do NE (PESQUERO, 2009, p. 133).

Tais resultados corroboram mais uma vez para comprovar a predominância da atuação desse fenômeno na Região Sudeste. Pesquero (2009) também apresenta uma simulação da distribuição das ocorrências, considerando todas as regiões, apresentada no Gráfico 3.

Gráfico 3: Ocorrência de ZCAS mensais no período de 1961-1990.



Fonte: Pesquero (2009, p. 134). Org.: Silva (2012).

Observando o gráfico, pode-se constatar a predominância de ocorrências no trimestre dezembro-janeiro-fevereiro, bem como a ocorrência de ZCAS nos meses de abril e setembro, que não serão consideradas nesse estudo. O Quadro 5 apresenta as faixas de ocorrência de precipitações acima de 90 mm/dia, bem como o número de ocorrência das mesmas. Do total de 320 apresentadas, 76% estão na faixa de 90-109, ficando a excepcionalidade acima dos 140 mm/dias em somente 1,9% dos casos:

Quadro 5: Precipitação associadas à ZCAS (1961-1990).

Faixa de precipitação (mm/dia)	Número de ocorrências
90-99	143
100-109	100
110-119	42
120-129	18
130-139	11
140-179	6

Fonte: Pesquero (2009, p. 159). Org.: Silva (2012).

A seguir será apresentada outra classificação de zona de convergência semelhante à ZCAS, porém com duração menor.

1.5.4 Zona de Convergência de Umidade (ZCOU)

O termo Zona de Convergência de Umidade (ZCOU) passou, nos últimos anos, a ser utilizado para designar alguns eventos semelhantes à ZCAS, que, contudo não cumpria algumas condições características desta. Assim, para identificar a atuação, o Grupo de Previsão do Tempo (GPT) e do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC), classificam-na como ZCOU quando dura até três dias, de acordo com Sacramento, Escobar e Silva (2010):

> A Zona de Convergência de Umidade em baixos níveis, provocada pela presença das características mencionadas anteriormente, deve persistir, pelo menos, 4 (quatro dias) para poder ser caracterizada como ZCAS. Será contabilizado como primeiro dia de ZCAS o momento em que se configurará o fenômeno [...]. O GPT sugere a definição de ZCOU, quando se configurarem as seguintes condições meteorológicas: Similar a ZCAS, porém, com duração de apenas 3 dias. Lembrando que a partir do quarto dia, caso o padrão persista, o sistema é caracterizado como ZCAS; Quando a ZCAS começa a se dissipar, porém ainda pode ser identificada uma banda de nuvens organizada […] Poderá ocorrer ZCOU com duração maior que três dias. Neste caso a ZCOU não necessariamente precisa apresentar o padrão verificado [...] Em determinados episódios podem ocorrer simultaneamente as duas regiões de convergência de umidade, sendo que a direcionada para o sul do Brasil, ou Argentina, não gera nebulosidade. Essa situação coincide com a transição para a ZCOU. Neste caso poderá se manter a ZCAS ou diretamente colocar ZCOU (SACRAMENTO; ESCOBAR; SILVA, 2010, p. 2).

Apesar de ser uma associação nova no campo meteorológico, este conceito permeará as análises de impactos pluviométricos na cidade de Uberlândia, visto que foram observados alguns casos que se enquadram nessa nova definição pelas tabelas elaboradas, que serão apresentadas no Capítulo 4.

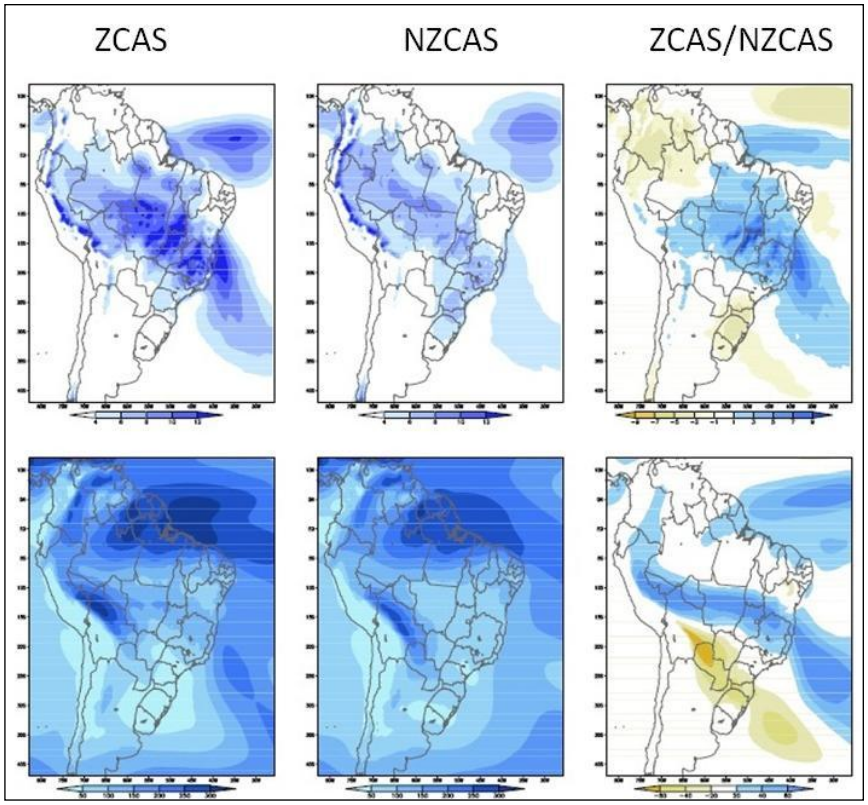
1.5.5 Períodos da estação chuvosa sem casos de ZCAS (NZCAS)

Conforme Carvalho e Jones (2009), os períodos de estação chuvosa sem casos de ZCAS (NZCAS) são caracterizados pelo aumento do número dos sistemas convectivos de mesoescala, regulados pelos regimes de circulação de oeste e leste. Pesquero (2009) acrescenta que durante a NZCAS, ocorre uma diferenciação no regime de precipitações:

> Durante a NZCAS não há formação de precipitação sobre o sul do NE e elas atingem valores até 6 mm/dia sobre a Região Sul do Brasil. Nota-se que as precipitações associadas a NZCAS, embora menores que a ZCAS, também têm um papel importante durante a estação chuvosa (PESQUERO, 2009, p. 135).

A Figura 13 apresenta os compostos de precipitação e o fluxo de umidade sobre o território brasileiro; na esquerda são destacados os casos de ZCAS; no centro, as NZCAS e na direta, a ação de ambos. Pode-se observar que durante a atuação das ZCAS, a precipitação varia de 3 a 7 mm/dia superior que no período de NZCAS (PESQUERO, 2009).

Figura 13: Atuação das ZCAS e NZCAS – compostos de precipitação (mm/dia e fluxo de umidade específica na vertical da superfície até 500 hPa.



Fonte: Adaptado de Pesquero (2009, p. 137). Org.: Silva (2012).

Aplicando uma simulação do Modelo ETA [6], Pesquero (2009) identificou-o no Oeste e Norte de Minas Gerais, Bahia e Tocantins, onde os valores de precipitação variam, em média,

[6] De acordo com o BOLETIM CLIMANÁLISE (2012), o modelo de área limitada ETA foi desenvolvido pela Universidade de Belgrado, em conjunto com o Instituto de Hidrometeorologia da Iugoslávia, e se tornou operacional no National Centers for Environmental Prediction (NCEP) [...] Esse modelo foi instalado no CPTEC em 1996 com o fim de complementar a previsão numérica de tempo que vem sendo realizada desde o início de 1995 com o modelo de circulação geral atmosférica.

de 20 a 30 mm/dia, e os totais das ZCA, de 50 a 60 mm/dia, podendo ocorrer casos acima de 90 mm/dia:

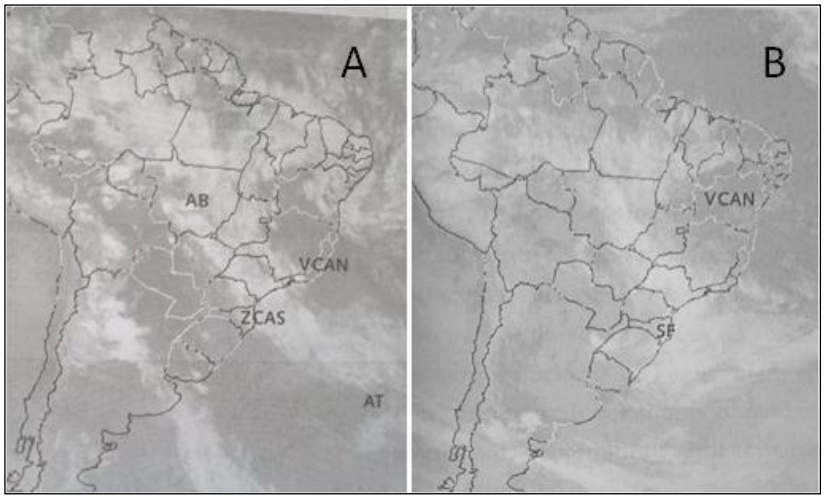
1.5.6 Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis (VCANs)

São caracterizados por sistemas meteorológicos de baixa pressão, originários na alta troposfera, com deslocamento para níveis médios. Dependendo da instabilidade atmosférica, apresentam deslocamento lento, tanto no sentido leste como oeste, podendo durar vários dias. Também apresentam movimentos verticais associados à subsidência no seu interior e descendente na periferia (FERREIRA; RAMIREZ; GAN, 2009). Sua atuação, em conjunto com as ZCAS e a Alta da Bolívia (AB), regula o ciclo hidrológico, o balanço de energia e o clima na América do Sul:

> A AB é uma circulação anticiclônica de grande escala que ocorre na troposfera superior, centrada em média, no platô boliviano. No verão, a AB, contribui para s chuvas que ocorrem principalmente nas regiões Norte, parte do Nordeste e Centro-Oeste do Brasil [...] AB atinge intensidade máxima nos meses de dezembro a fevereiro, enfraquecendo nos meses de abril a maio [...] a manutenção da AB está associada ao aquecimento continental e ao escoamento nos baixos níveis (FERREIRA; RAMIREZ; GAN, 2009, p. 44-45).

A análise dos padrões de nebulosidade, associados às VCANs, apresentam duas características descritas por Ferreira, Ramirez e Gan (2009), a primeira tipo “Y” (A), associado a AB e a nebulosidade dos sistemas Frontais (SFs); a segunda “S” (B), influenciada pelas ZCAS e frentes frias, impedem o deslocamento dos SFs na região Sudeste ou Nordeste, conforme Figura 14:

Figura 14: Atuação das VCANs no Brasil.



Fonte: Ferreira, Ramirez e Gan (2009, p. 48-49). Org.: Silva (2012).

Pelo exposto, o entendimento dos diversos componentes da dinâmica atmosférica constitui um arcabouço para o entendimento das chuvas e seus impactos sociais e ambientais nas áreas urbanas como será abordado nos capítulos posteriores.

2 – CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A cidade de Uberlândia, objeto deste estudo, está localizada no oeste do Estado de Minas Gerais, na região do Triângulo Mineiro, na intersecção das coordenadas geográficas de 18°55'23" de latitude sul e 48°17'19" de longitude oeste de Greenwich (Mapa 01), no domínio dos Planaltos e Chapadas da Bacia Sedimentar do Paraná, na porção sudoeste do Cerrado brasileiro (AB' SABER, 1972), a uma altitude média de 865 m. O município possui uma área de 4.115 Km^2, sendo área urbana constituída por 219 km^2, com uma população urbana de 587.613 habitantes (Tabela 4) e no município 604.013 (IBGE, 2010).

A urbanização na cidade de Uberlândia está associada ao processo de industrialização brasileira e, principalmente, à construção de Brasília, iniciada na década de 1950, e à criação de uma malha viária para atender a expansão em direção à região centro-oeste. Porém, desde a década de 1920 teve-se um crescimento sem planejamento adequado e atendendo aos interesses da classe dominante local, para atender à cadeia produtiva crescente na cidade e, como consequência, o espaço urbano uberlandense iniciou seu processo de forma fragmentada, estratificada, com áreas densamente ocupadas, entremeadas por grandes vazios urbanos. Foi o início do que mais tarde seria denominada de "especulação imobiliária" (MOURA, 2008).

As áreas densamente ocupadas e os setores com áreas de grandes vazios urbanos, fruto da especulação imobiliária e fundiária, prática muito presente na cidade, geraram a periferização de uma parcela da população, que sofre com a ação dos interesses imobiliários, que escolhem áreas para valorização no espaço urbano sempre contando com o apoio do Poder Público que, historicamente, atende aos interesses especulativos (SOARES, 1988).

Santos (1993), em seu livro "Urbanização brasileira", abordou a temática de ocupação do solo urbano e seus desdobramentos em vários sentidos:

> As cidades e, sobretudo, as grandes, ocupam, de modo geral, vastas superfícies, entremeadas de vazios. Nessas cidades espraiadas, características de uma urbanização corporativa, há interdependência do que podemos chamar de categorias espaciais relevantes desta época: tamanho urbano, modelo rodoviário, carência de infra-estrutura, especulação fundiária e imobiliária, problemas de transporte, extroversão e periferização da população, gerando, graças às dimensões da pobreza e seu componente geográfico, um modelo específico de centro-periferia. Cada qual dessas realidades sustenta e alimenta as demais e o crescimento urbano, é, também,

> o crescimento sistêmico dessas características. As cidades são grandes porque há especulação e vice-versa; há especulação porque há vazios e vice-versa; porque há vazios as cidades são grandes. O modelo rodoviário urbano é fator de crescimento disperso e do espraiamento da cidade. Havendo especulação, há criação mercantil da escassez e o problema do acesso à terra e à habitação se acentua. Mas o déficit de residências também leva à especulação e os dois juntos conduzem à periferização da população mais pobre, e, de novo, ao aumento da tamanho urbano (SANTOS, 1993, p. 96).

O rápido crescimento da cidade de Uberlândia está associado à criação da nova capital brasileira e à expansão da fronteira agrícola na década de 1960, bem como a uma brilhante jogada política dos governantes uberlandenses, que atraíram três das principais malhas viárias do país a BR-050, BR-365; nesse período, houve expansão do Setor Norte com a criação dos Bairros Pacaembu (Antiga Vila Maria), Jardim Brasília e Jaraguá. Com a criação da Faculdade de Engenharia de Uberlândia, em 1969, surgiram os bairros Cazeca, Santa Mônica e Saraiva, no Setor Sul. A Faculdade de Medicina, no mesmo período, foi fundada no Bairro Umuarama, surgindo nas proximidades, no setor Leste, os bairros Custódio Pereira, Marta Helena e Brasil.

Nas décadas de 1970 e 1980, por consequência, vieram indústrias, grandes grupos atacadistas para a cidade (SOARES, 1995). Todos esses fatores, somados, tornaram possível o crescimento urbano de Uberlândia.

Sobre esse período, em momentos distintos, Moura (2003, p. 21) comenta:

> O processo de periferização intensificou-se vertiginosamente, devido ao crescimento populacional à modernização do campo, que favoreceu a migração para o centro urbano; ao crescimento do setor industrial; à diversificação do setor de comércio e serviços, que gerava empregos; e à ação dos agentes produtores e modeladores do espaço urbano, que comercializavam e vendiam diversos loteamentos na periferia da cidade, tais como Tocantins, Taiaman, Jardim Patrícia, Jardim das Palmeiras, Planalto, entre outros.

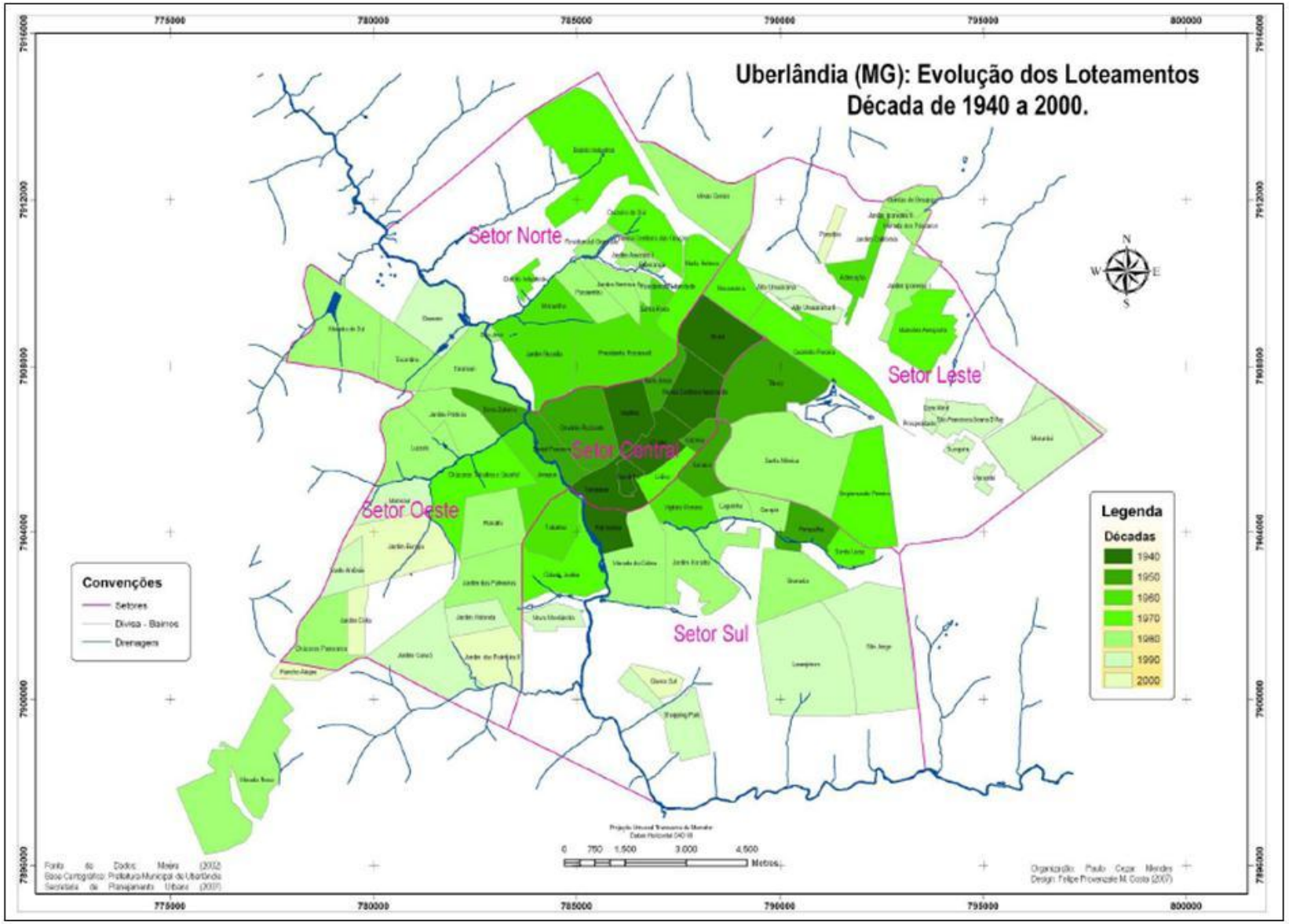
Acrescenta ainda que:

> [...] a construção de hidrelétricas (São Simão e Emborcação), o asfaltamento de rodovias, a instalação de várias indústrias, como a Souza Cruz, Daiwa Têxtil, a construção da Universidade Federal de Uberlândia, entre outras obras, provocaram a intensificação dos fluxos migratórios e, conseqüentemente, alterações significativas e contraditórias no cenário urbano de Uberlândia: de um lado, uma área central estruturada e, de outro, uma periferia carente de equipamentos urbanos e infra-estrutura (MOURA, 2008, p. 81).

A partir desse período, a cidade passou por um intenso e contínuo crescimento populacional, resultado do grande fluxo migratório proveniente da oferta de serviços. Pode-se

observar que, concomitantemente, houve uma grande expansão das periferias e, consequentemente, do perímetro urbano, alterando o espaço e a paisagem urbana como pode ser observado no Mapa 01.

Mapa 1: Evolução urbana em Uberlândia.



Fonte: Mendes (2008, p.208).

Nessa ocasião, ainda, surgiram novos bairros e conjuntos habitacionais, todos associados à especulação imobiliária, definidos por Soares (1988) como “áreas de pousio”, à espera de valorização para serem ocupadas. Esses novos espaços habitados eram carentes de infraestrutura e outros próximos à área central a possuíam como descreve Moura (2008), “demonstrando uma grande diversificação do uso do solo da cidade”. Pode-se destacar, nesse período, a criação dos bairros Luizote de Freitas, Tibery, Presidente Roosevelt, Lagoinha, Maravilha, São Jorge e Morumbi.

O crescimento acelerado da área urbana apresenta diversos modelos de ocupação urbana: os conjuntos habitacionais, condomínios fechados, edifícios de grande porte na área central e predomínio de edifícios com três andares ou quatro lajes, com grande potencial para alterar consideravelmente a dinâmica dos ventos e o balanço de energia.

Percebe-se que a expansão se dá tanto horizontalmente como verticalmente; atualmente, há uma tendência de construção de edifícios, pois o lucro é maior. Nas periferias, a falta de infraestrutura enfrenta grandes problemas estruturais:

> Nesses bairros persistia o problema da falta de água para abastecer a população; as ruas transformavam-se em verdadeiros lamaçais no tempo das chuvas; a iluminação pública era muito precária; os terrenos vazios viravam depósitos de lixo e entulho; o traçado urbano não obedecia a critérios técnicos, assim como a arquitetura de suas habitações. Os problemas de infra-estrutura agravavam-se ao longo do tempo, sobretudo, em virtude do crescimento urbano, gerado pelo aumento da população (SOARES, 2007, p. 153).

Esse fato é recorrente na cidade, pois além da especulação imobiliária identificam-se as ocupações irregulares que tendem a agravar esses problemas urbanos. Na Fotografia 08, pode-se observar a verticalização presente principalmente nos bairros Morada da Colina, Centro, Saraiva e Santa Mônica.

Fotografia 1: Vista aérea da Cidade de Uberlândia.

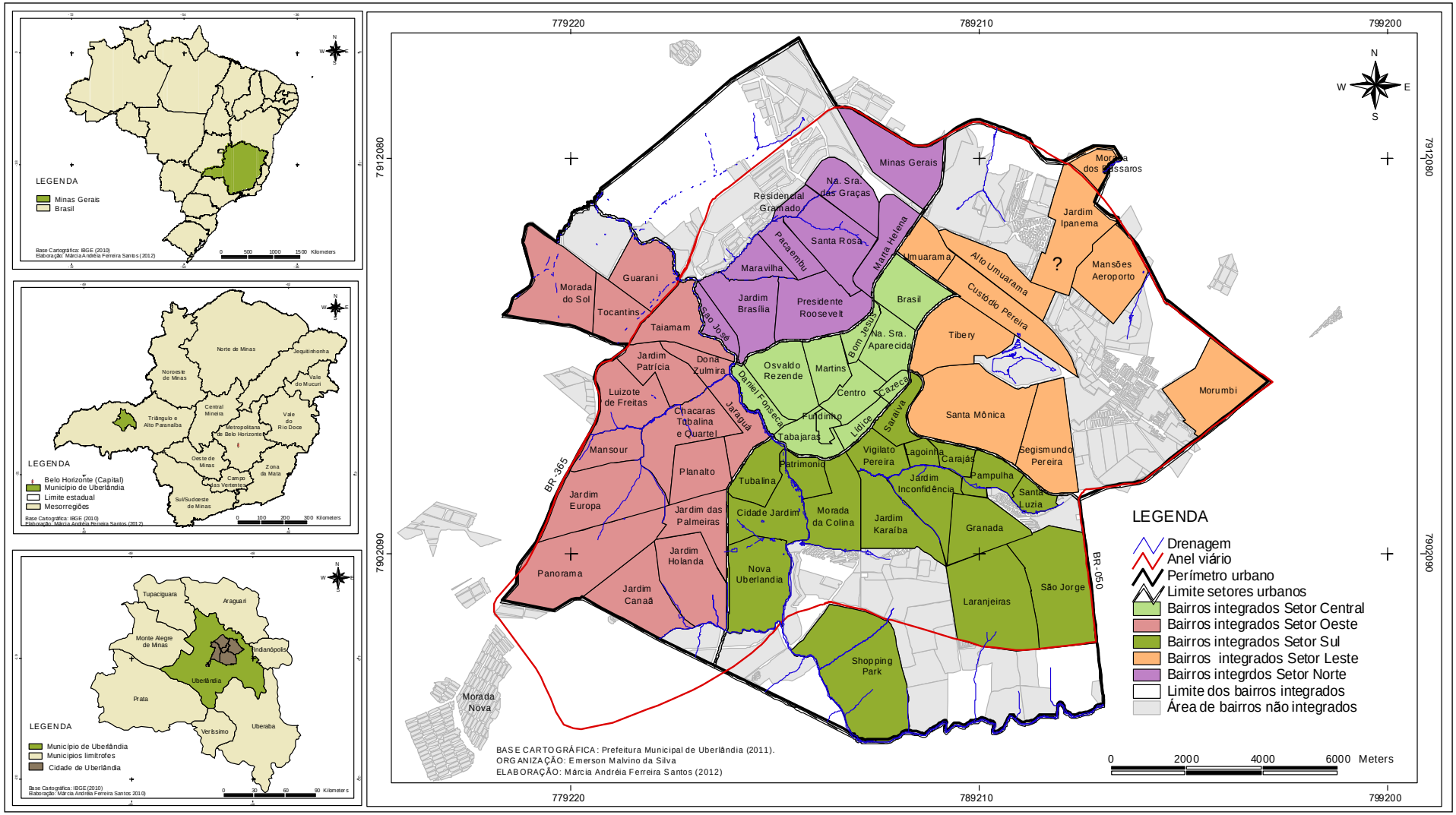


Fonte: Prefeitura Municipal de Uberlândia, 2011. Org.: Silva (2012).

Percebe-se, então, que a expansão demográfica das cidades está diretamente ligada aos fatores econômicos, que remete à questão do planejamento urbano com vistas a desenvolver estratégias para criar áreas estruturadas que permitam qualidade de vida.

Ao longo de sua evolução histórica, nas ultimas décadas, a cidade de Uberlândia passou por uma intensa fase de expansão que refletiram em mudanças econômicas, físicas e sociais. Percebe-se, então, que a expansão demográfica de Uberlândia esteve diretamente ligada aos fatores financeiros, que remetem à questão da importância do planejamento urbano com vistas a desenvolver estratégias para criar áreas estruturadas que permitam uma melhor qualidade de vida, pois a ocupação das áreas urbanas, quando não é acompanhada por equipamentos urbanos adequados, sobretudo os relacionados à captação de águas pluviais que acumulam nos vales, origina alagamentos e/ou inundações.

Mapa 2 – Localização da cidade de Uberlândia.



Fonte: Prefeitura Municipal de Uberlândia; Org.: Silva (2012).

Tabela 4 – Censo populacional: 2010.

Ano	Área		
	Urbana	**Rural**	**Total**
1940	22.143	20.036	42.179
1950	35.799	19.185	54.984
1960	71.717	16.565	88.282
1970	111.466	13.240	124.706
1980	321.598	9.363	330.961
1991	358.165	8.896	367.061
1996	431.744	7.242	438.986
2000	488.982	12.232	501.214
2010	587.613	16.400	604.013

Fonte: IBGE / Prefeitura Municipal de Uberlândia, 2011.

Como pode ser observado na tabela, os números demonstram que 97,3% da população do município vive na área urbana (Tabela 04), demonstrando a transformação sofrida no ambiente que ora foi denominado como natural, agora modificado pela construção de casas, por edificações diversas e por equipamentos que são instalados para viabilizar o deslocamento da população, a exemplo de ruas e avenidas, para isso muitas vezes canalizando córregos para viabilizar o trânsito, que acaba por modificar a paisagem.A geologia no município de Uberlândia, estudada por Nishiyama (1989), aborda as feições morfológicas da Formação Marília, que apresenta relevo de tipos plano e bordas abruptas mantidas pela cimentação mais intensa dos arenitos. Os sedimentos de idade Cenozóica recobrem toda a sua extensão, capeando as rochas mais antigas e ocupando todos os níveis topológicos, desde as áreas de chapadas até as vertentes dos vales fluviais. A cimentação incipiente desses sedimentos tem levado a problemas de erosão de solos, principalmente onde predominam terrenos arenosos.O relevo do município está inserido no conjunto conhecido como Chapadões Tropicais do Brasil Central, recoberto pelo Cerrado, descrito por Ab'Saber (1972), denominado como planaltos e chapadas da Bacia Sedimentar do Paraná (RADAMBRASIL, 1983) numa área de relevo mediamente (ou pouco) dissecado caracterizado pela presença de vales encaixados e vertentes com acentuado declive (BACCARO, 1989, p. 20). A vegetação natural é de Cerrado do tipo savana arbórea, com mata de galeria como descrito em estudos de Baccaro (1989) e também Lima, Rosa; Feltran Filho (1989).

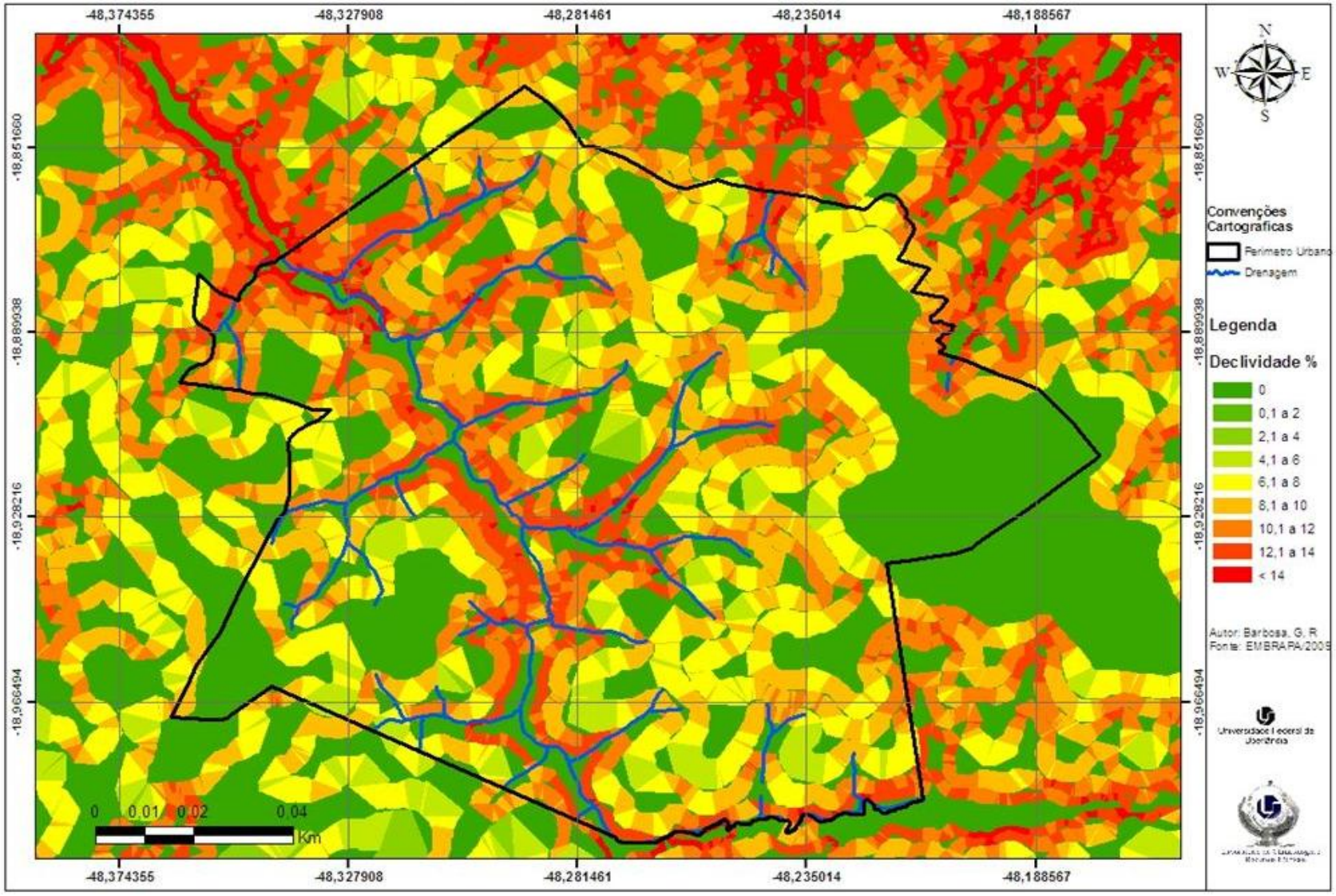
A cidade apresenta uma morfologia com áreas de superfícies aplainadas, formadas por rochas sedimentares que fazem parte dos chapadões, comumente limitados por vertentes erosivas. Derrames basálticos podem ser encontrados nos fundos de vales de córregos e no Rio Uberabinha. Nas áreas aplainadas, no setor leste da cidade, há áreas de ocupação recente,

como os bairros Morumbi, Dom Almir, e as áreas de ocupação irregular como o Prosperidade e Joana D'Arc, que apresentam problemas estruturais relacionados à vazão das águas pluviais, pois a infraestrutura é inexistente, somando-se a esse fato a baixa declividade do local.

A declividade (Cf. Mapa 03) é acentuada em duas principais bacias hidrográficas urbanas: a do córrego São Pedro, localizado abaixo da Avenida Governador Rondon Pacheco e Tabocas, sob a Avenida Minervina Cândida que, nos últimos 31 anos, foram palco de vários eventos relacionados a precipitações concentradas. Outras bacias hidrográficas, como a do Óleo, que abrange uma das áreas com grande urbanização como os bairros Luizote de Freitas, Mansour, Chácaras Tubalina, Jardim Patrícia, Dona Zulmira e, nos últimos 10 anos, com os novos bairros Jardim Europa e Jardim Itália, que apresentam potencial para impactos decorrentes de precipitações concentradas como a ocorrida nos dias 29 e 30 de outubro de 2011, que será tratado em Capítulo 5. Como apresentado no Mapa 03, a cidade está em uma área de relevo mediamente dissecado cujas altitudes variam de 750 a 900 metros e declividade oscilando entre 3° e 15° (BACCARO, 1991).

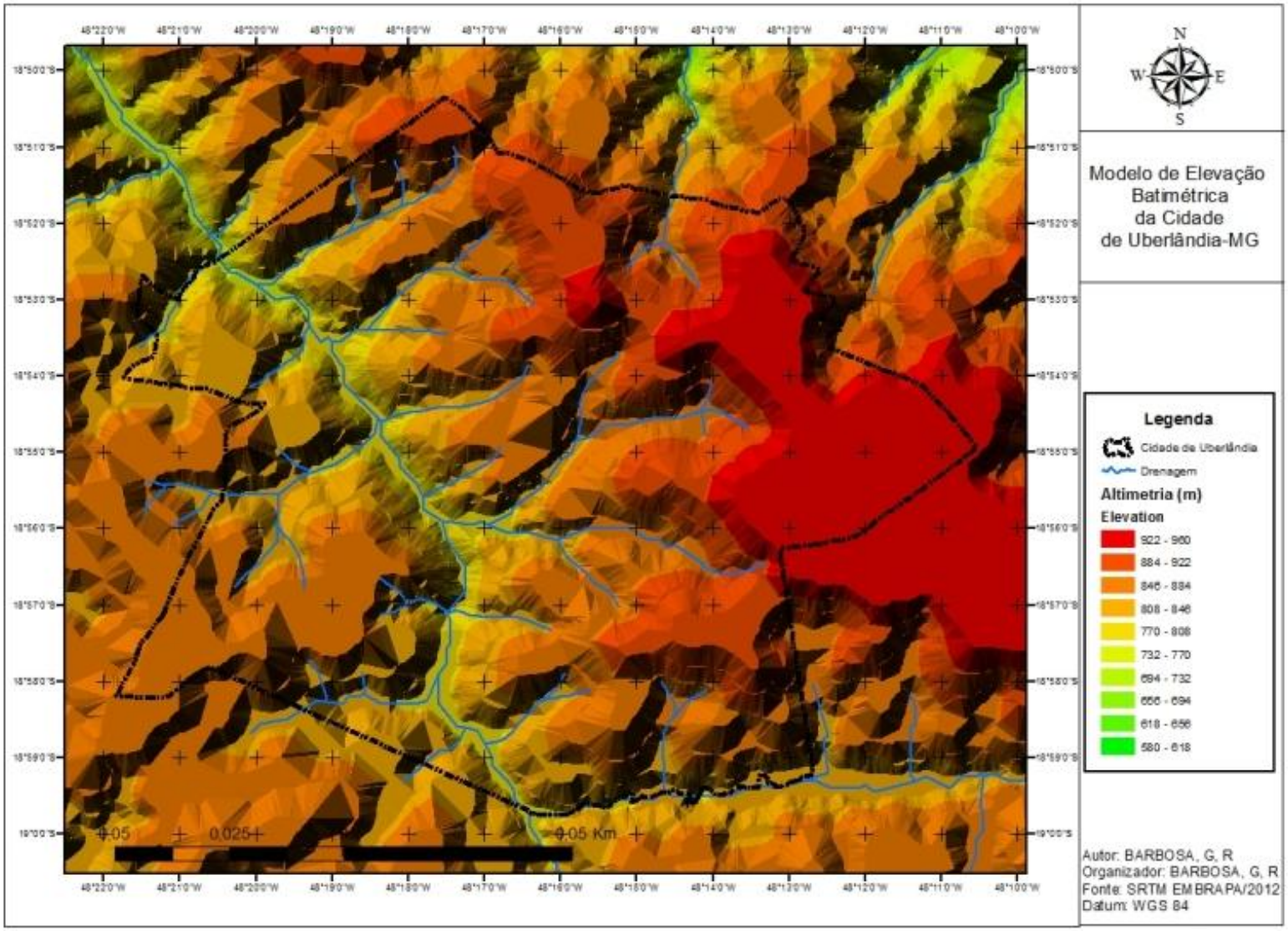
O Mapa 04 apresenta o modelo de elevação da área urbana de Uberlândia, a observação do mesmo e ajuda na identificação das bacias hidrográficas urbanas originais e suas redes de drenagem modificadas ao longo do tempo e como elas respondem a eventos extremos associados à precipitação.

Mapa 3: Mapa de declividade do município de Uberlândia.



Fonte: EMBRAPA (2009); Elaboração: Barbosa, G. R. (2009).

Mapa 4: Modelo de elevação da cidade de Uberlândia.



Fonte: SRTM – EMBRAPA (2012); Elaboração: Barbosa, G. R.

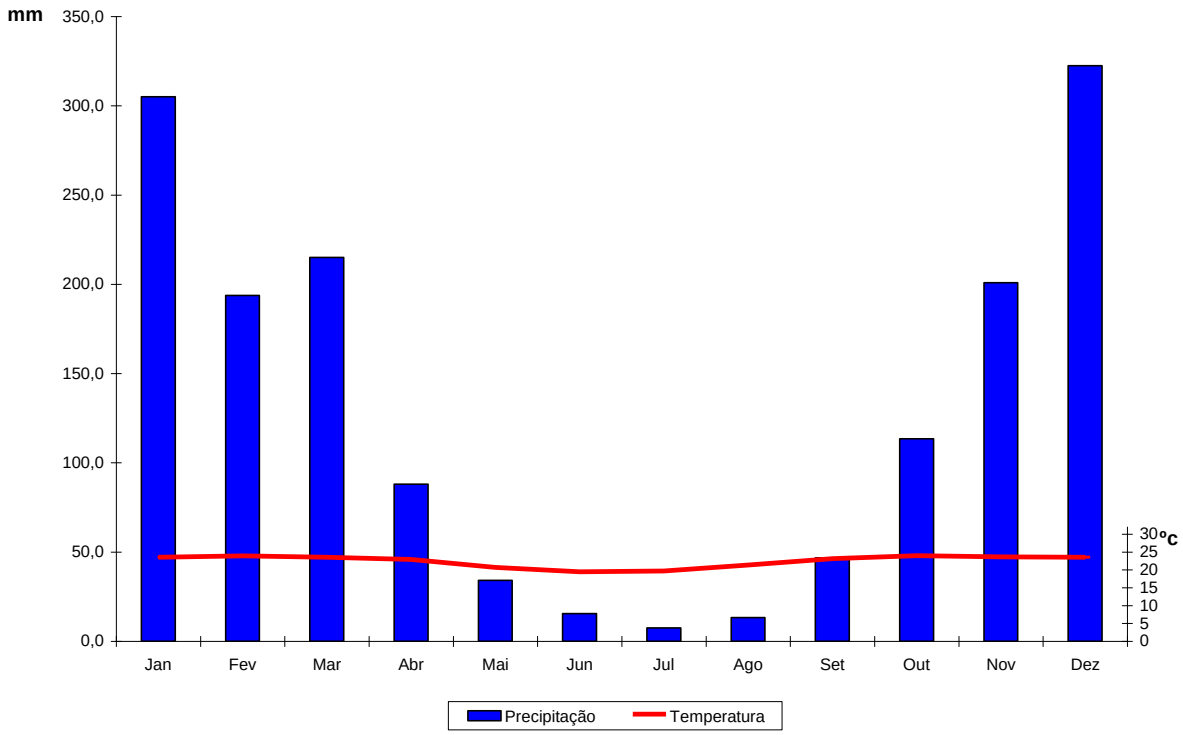
Pela classificação dos macroclimas do Brasil, proposta por Köppen (1931), a cidade de Uberlândia está em uma área onde o clima é de variedade Aw, caracterizado como tropical, com duas estações bem definidas – outono e inverno (seco), primavera e verão (chuvoso). A temperatura média do mês mais quente varia entre 19ºC e 28ºC, com pluviosidade média inferior a 2000 mm e precipitação média do mês mais seco inferior a 20 mm, o que corresponde a 10% do total anual. Pela classificação de Arthur Strahler (1948), que considera a natureza e ação das massas de ar, Uberlândia está inserida no grupo climático tropical semiúmido, caracterizado por duas estações definidas, sendo o verão marcado por temperaturas elevadas, com chuvas intensas, e o inverno com temperaturas amenas e baixos índices pluviométricos.

A cidade é influenciada por massas de ar oriundas do sul, como a Frente Polar Atlântica (FPA) e a Massa Polar (MP), leste (ondas de leste) e oeste (instabilidade tropical). Também sofre a ação da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), que são responsáveis pelas chuvas intensas e prolongadas. A FPA atua sobre a ZCAS canalizando a umidade da Amazônia para a região sudeste (MENDES, 2001). Sobre o comportamento das massas de ar Del Grossi (1991, p. 139), comenta que:

> [...] a dinâmica atmosférica em Uberlândia está sob o controle, principalmente dos sistemas intertropicais, cuja participação no transcorrer do ano é superior a 50%, completada com a atuação dos sistemas polares, cuja participação é pouco superior a 25%.

Observa-se igualmente associado à ação das massas de ar, caracterizada por Dias; Silva (2009), como “Regime de Monção”, por apresentar períodos chuvosos influenciados pelas ZCAS e períodos secos.

Gráfico 4: Ombrotérmico da Cidade de Uberlândia (1981-2011).

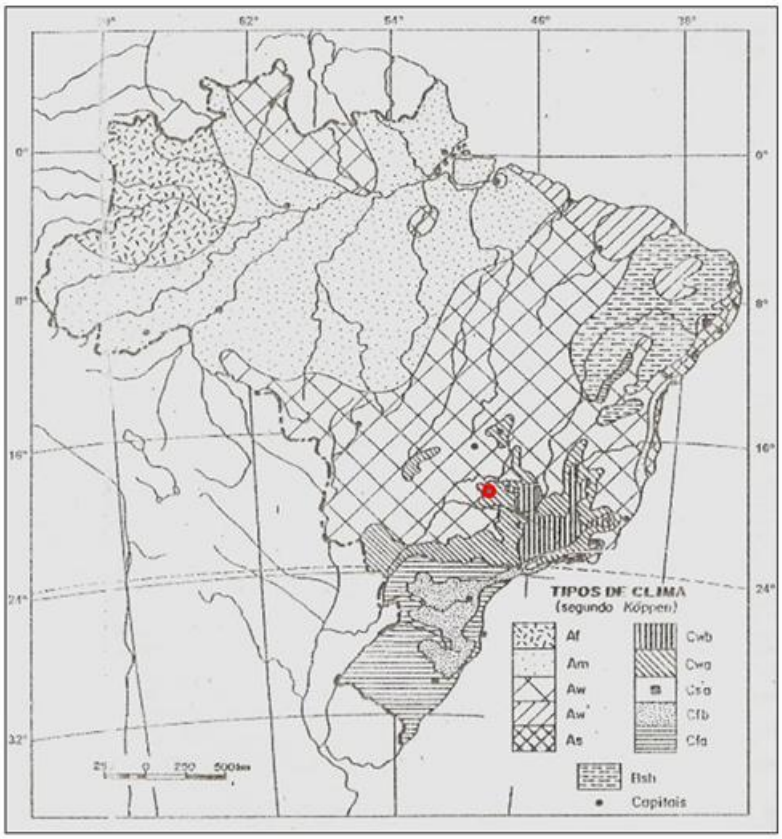


Org.: Silva (2012).

O Gráfico 04 apresenta o ombrotérmico da cidade e nele pode ser observado nitidamente o início do período seco (abril a setembro) pela relação P < 2T, proposta por Gaussen; Bagnols; Gaussen (1963).

O município de Uberlândia apresenta uma peculiaridade: quando analisado pela classificação de Köppen (1931), observa-se na Figura 15 que esse está inserido em uma área de transição entre as variedades Aw e Cwa; isso tende a explicar a dinâmica climática local e a interferir diretamente na distribuição das precipitações no município.

Figura 15: Classificação climática de Köppen.



Fonte: Galvão (1966, S/N). Org,: Silva (2012)

Essa dinâmica atmosférica apresenta características importantes para o clima da cidade. No verão, estão representados pelas massas de ar Tropical Continental e Equatorial Continentais, produzindo maiores amplitudes térmicas. Com a chegada do sistema frontal e da Massa Polar, os sistemas atmosféricos tendem a homogeneizar a temperatura e a umidade. A massa Polar Atlântica, no inverno, apresenta a característica de homogeneizar a temperatura ao provocar diminuição.

2.1 Caracterização das áreas de Impactos pluviais na área urbana de Uberlândia

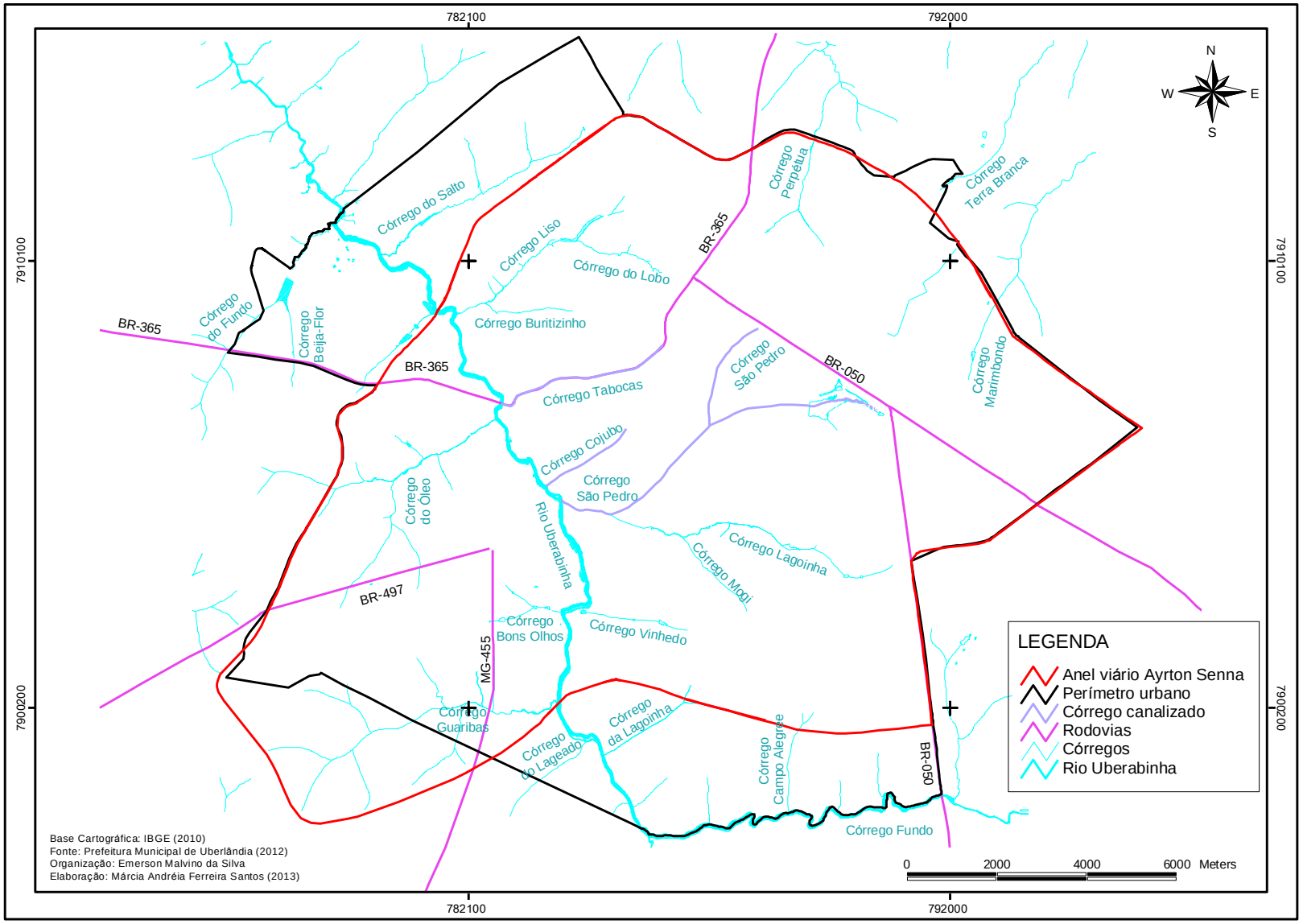
Com vistas a sistematizar a análise dos impactos oriundos das precipitações, buscou-se, então, organizá-los por bacias hidrográficas para facilitar o entendimento da distribuição espacial das precipitações. Para Porto e outros (2009, p. 812) “hidrologia urbana pode ser

definida como o estudo dos processos hidrológicos em ambientes afetados pela urbanização. Trata-se de uma definição ampla que abrange todas as inter-relações".

A hidrologia do município no qual se encontra a área de estudo é abundante em nascentes, que na sua maioria compõe a bacia hidrográfica do rio Uberabinha, que drena as águas produzidas na área urbana. Seus principais afluentes estão na área rural, os córregos Beija-Flor e Bom Jardim. A hidrologia urbana (Mapa 05) é constituída pelos córregos, do Óleo, Jataí, Lagoinha, Guariba, Lobo, Moji, Cavalo, Vinhedo, Buritizinho, São Pedro, Tabocas e Cajubá. Os três últimos, foram canalizados e representam as áreas onde ocorrem os maiores impactos pluviais em decorrência de precipitações concentradas que resultam em enxurradas e inundações provocando grandes prejuízos.

Pela análise da Tabela 83 (em anexo) observa-se que o período chuvoso outubro/março concentra 86,8% dos totais pluviométricos e, nos meses de dezembro/janeiro, 40,3% desse total. Pelo cenário apresentado, vê-se que a impermeabilização do solo, somada à retirada da cobertura vegetal, agrava consideravelmente as chances para a ocorrência de enchentes.

Mapa 5: Distribuição dos córregos na cidade de Uberlândia



2.1.2 Bacia Hidrográfica do córrego São Pedro (Av. Governador Rondon Pacheco)

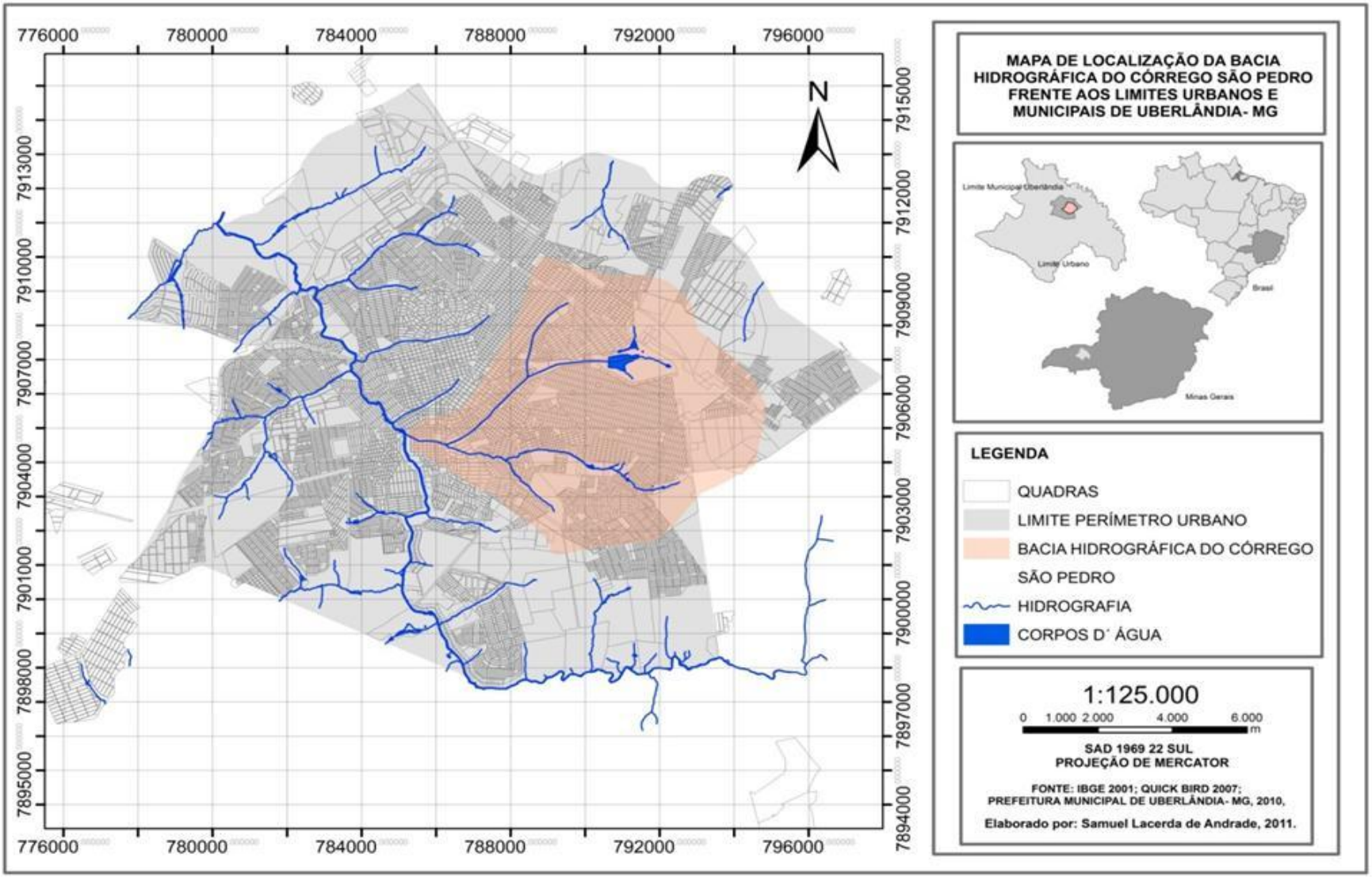
Tendo como afluentes os córregos Jatái (médio curso), Lagoinha e Mogi (a jusante) o São Pedro possui uma extensão de 7 km; tem sua nascente próximo à BR 050, estendendo-se até o rio Uberabinha, nas proximidades do Praia Clube[7]. Atualmente, sua área canalizada drena as águas pluviais dos Bairros Brasil, Tibery, Aparecida, Centro, Saraiva, Santa Mônica, Segismundo Pereira, Santa Luzia, Granada, Vigilato Pereira, Patrimônio, Lídice, Fundinho, Copacabana e Tabajaras (Cf. Mapa 6). Apresenta uma área de 50.2 km² e está compreendida entre as coordenadas UTM 784000/79400 Oeste e 7900100/7910000 Sul.

Andrade (2011), ao analisar o uso e a ocupação da Bacia Hidrográfica do Córrego São Pedro, observou que 31,6 km^2 estão impermeabilizados, seja por residências (casas, edifícios e condomínios fechados), asfalto e concreto que representa aproximadamente 66%. Contudo, a principal área sujeita a impactos na bacia hidrográfica do córrego São Pedro é a próxima ao centro da cidade, nos bairros Saraiva, Tibery, Lídice, Virgilato Pereira, pois representam áreas de ocupação mais antigas (Cf. Mapa 7). Contudo a referida bacia possui uma setor mais sujeito a ocorrência de impactos (Mapa 8), que será descrito no decorrer da tese.

Visando a atender à demanda de circulação de veículos na cidade de Uberlândia foi iniciada a canalização deste córrego no início da década de 1970 (RODRIGUES, SOARES, 2003) visando também atender a integração dos bairros dos setores sul e oeste com os do leste e norte, sem a necessidade de passar pela região central.

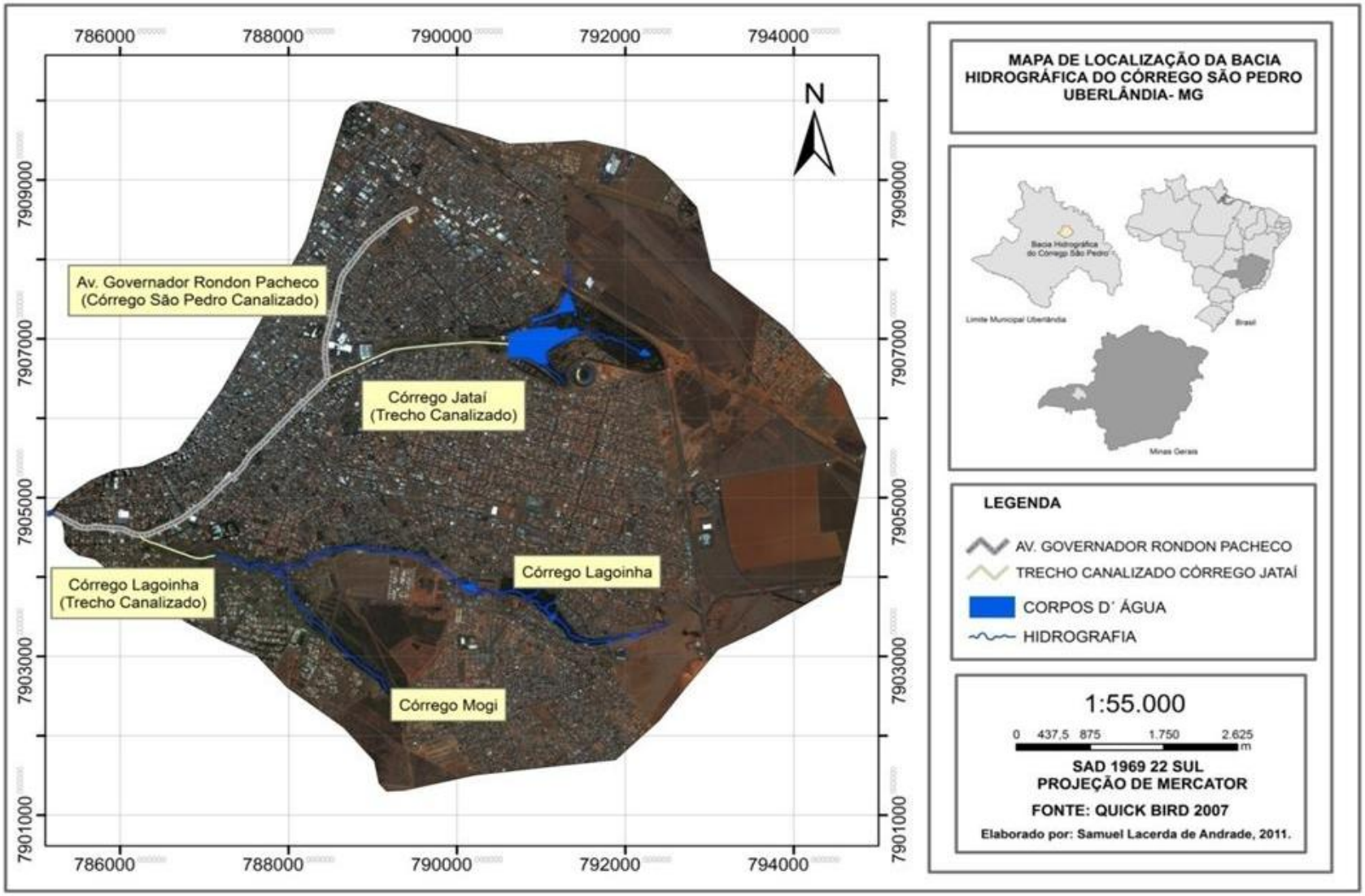
[7] Tradicional Clube da cidade localizado no Setor Sul.

Mapa 6: Localização da Bacia Hidrográfica do Córrego São Pedro.



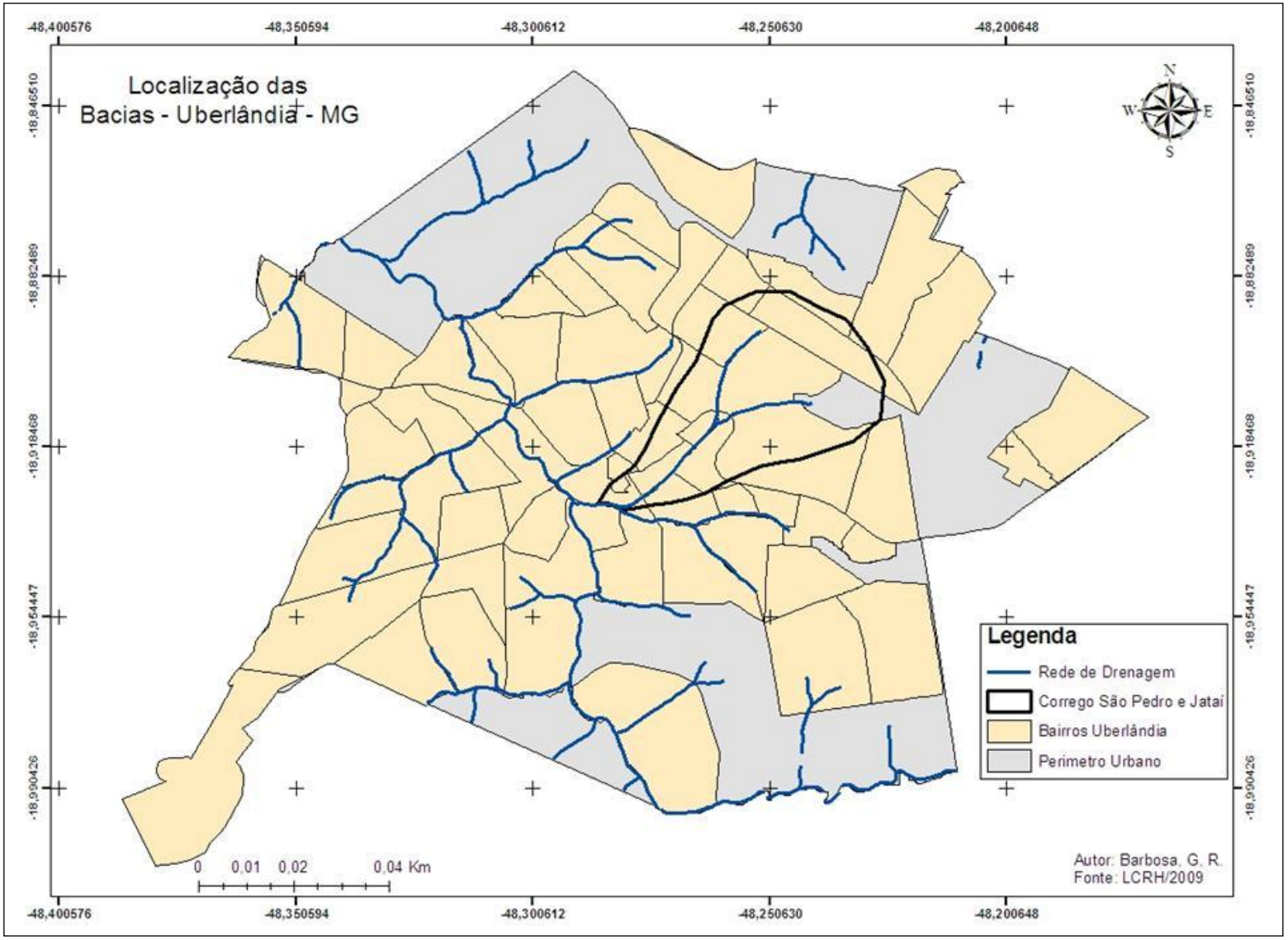
Fonte: Andrade (2011, p.26).

Mapa 7 - Ocupação na Bacia Hidrográfica do Córrego São Pedro.



Fonte: Andrade (2011, p.25).

Mapa 8- Localização da área de maior impacto na Bacia do Córrego São Pedro.



Fonte: LCRH (2009). Elaboração: Barbosa, G. R.

Contudo, a execução da obra apresentou-se deficitária quanto à capacidade de drenagem das águas pluviais. No evento pluviométrico do dia 11 de dezembro de 1986, entre as 15 e 17h, foi registrado pelo LCRH uma precipitação de 157,8 mm, que provocou a destruição da Av. Governador Rondon Pacheco e ocasionou várias mortes entre a população que residia às suas margens. Sienger (1989, p. 37), sobre esse episódio, comenta:

> O problema foi agravado pelas inadequadas localização e construção do canal de escoamento. [...] ligado principalmente à sua planificação, inadequada sendo importante observar que: a faixa de vegetação não foi preservada [...] a utilidade publica da avenida e o interesse social, sobretudo em relação ao trânsito e ao saneamento básico, com certeza, são argumento válidos para a retirada da vegetação existente, retificação e a impermeabilização do canal, na exata dimensão do leito de inundação natural.

Após esse episódio iniciou-se, na década de 1990, as obras para melhorar o escoamento das águas pluviais. Na primeira etapa, foram construídas galerias em substituição das manilhas instaladas. Foram executadas, ainda, obras até o cruzamento das avenidas João Naves de Ávila e Governador Rondon Pacheco. Porém, impactos resultantes de chuvas intensas continuaram acontecendo principalmente nas áreas à montante não contempladas com a ampliação das galerias. Mas em ambas ainda persiste o problema de captação das bocas de lobo que se apresentam ineficientes para seu propósito.

2.1.3 Considerações sobre as Bacias Hidrográficas dos Córregos São Pedro e Jataí.

A problemática que envolve a bacia do Jataí refere-se à captação das águas para o canal fluvial canalizado, o que potencializa a inundação dessa avenida que possui uma extensão de 3 km e recebe o excesso de águas não redirecionadas pelas bocas de lobo dos bairros Tibery e Santa Mônica, sendo que estas apresentam grande deficiência na capitação, concentrando toda precipitação desde a Av. Segismundo Pereira.

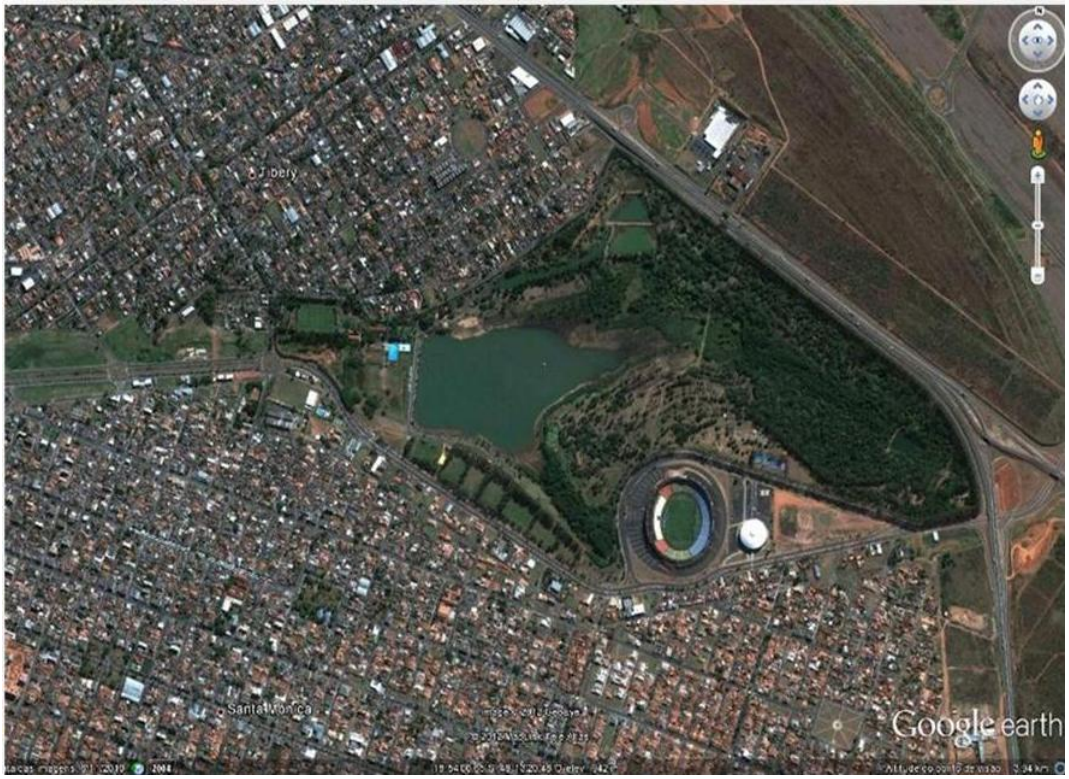
Fotografia 2: Alagamento na Av. Anselmo Alves dos Santos.



Fonte: Correio de Uberlândia, 20/04/2008.

Esse problema já se arrasta por vários anos. Recentemente, a prefeitura passou a implementar obras de drenagem que direcionam as águas pluviais dessa região primeiramente para as imediações do Parque do Sabiá, nascente do córrego Jataí (Cf. Imagem 01). Com a proximidade do início do período chuvoso em outubro, ocorre o esvaziamento parcial da represa, que possui uma área de 2,6 km^2 com vistas a conter as primeiras chuvas, já que estas apresentam potencial de impactos significativos.

Imagem de Satélite 1: Represa do Parque do Sabiá, Localização da área canalizada da Av. Anselmo Alves dos Santos sob o Córrego Tijuca.



Fonte da Imagem de Satélite: Google Earth (11/06/2010): Elaboração/Organização: Emerson Malvino da Silva (2012).

Essa represa é utilizada como um reservatório para captar as águas pluviais oriundas dos bairros Santa Mônica e Tibery, e aliviar o impacto delas sobre a Avenida Anselmo Alves dos Santos. Essa medida vai ao encontro da proposta de Porto e outros (2009), segundo a qual o planejamento do espaço visa reduzir os impactos das enchentes:

> Algumas dessas medidas são o uso de pequenos reservatórios em parques e o controle sobre a impermeabilização dos lotes, ruas e passeios. Esse tipo de controle pode ser exercido nos primeiros estágios iniciais de desenvolvimento urbano com recursos relativamente limitados. No entanto. Se as ações forem retardadas e a população ocupar os espaços, as soluções terão custos muito altos (PORTO et AL., 2009, p. 809).

Contudo, essa é uma medida paliativa, pois, como se sabe, a ineficiência do sistema de drenagem é visível: a Fotografia 03 demonstra que a Avenida segue todos os padrões aconselháveis, possui ampla área de infiltração no canteiro central e lateral. Porém, o problema está nas áreas vizinhas, referindo-se à captação de águas pluviais.

Fotografia 3: Canteiro Central na Av. Anselmo Alves dos Santos.



Fonte: Defesa Civil (2008).

Com vistas a diminuir os impactos na Av. Rondon Pacheco, foi iniciada, em 2011, uma revitalização dessa estrutura. No projeto, consta a ampliação das vias, passando de dupla em dois sentidos para quatro vias, com ciclovias e áreas de caminhada; para a realização desse projeto, faz-se necessário a retirada dos dois canteiros laterais (Cf. Mosaico 02 e Figura 16) ficando somente o canteiro central. Pode-se, então, observar que foi reduzida uma área de infiltração considerável; outro fator a ser considerado é a nova redistribuição das bocas de lobos (instaladas a cada 100 metros); com o novo projeto, será uma boca de lobo a cada 25 metros; porém, nessa nova distribuição foi reduzido o tamanho da área de captação lateral, o que pode contribuir significativamente para não conter o fluxo e redirecionar a enxurrada para as galerias futuramente.

Obras de ampliação das galerias também começaram a ser realizadas no ano de 2011 em direção à montante da bacia do São Pedro; contudo, o problema de captação das águas pluviais ainda persiste, pois em uma análise do projeto foi verificado que, nas áreas do entorno da bacia, cujos declives são acentuados, pode não assimilar as águas precipitadas em eventos intensos.

Mosaico 2: Comparativo das modificações na Av. Governador Rondon Pacheco.



Autor/ Org.: Silva (2012).

Figura 16: Projeto de revitalização da Av. Governador Rondon Pacheco: 2011.



Fonte: Correio de Uberlândia (01/03/2011).

No próximo tópico, será analisado outro ponto na área urbana com histórico de problemas oriundos de precipitações concentradas, que resultam em impactos na infraestrutura urbana.

2.1.4 Bacia Hidrográfica do Córrego Tabocas (Av. Professora Minervina Cândida)

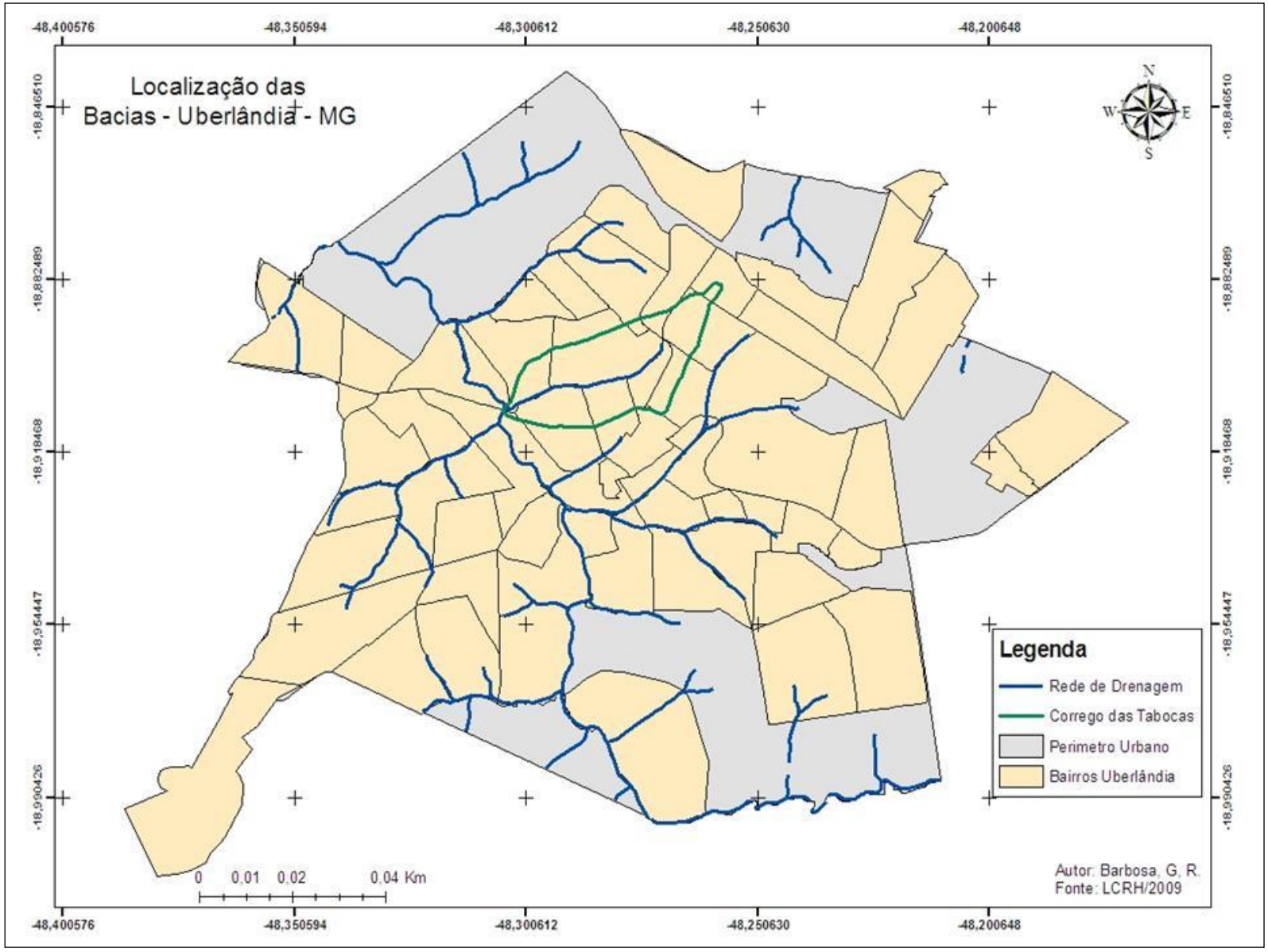
A canalização do córrego Tabocas igualmente foi iniciada na década de 1970. Sobre o leito desse córrego foi construída a BR-365, a Av. Professora Minervina Cândida na margem esquerda e a Avenida Paulo Roberto Cunha Santos na margem direita.

Localizada nas coordenadas UTM: Leste: 775000 m a 800000 m e Norte: 7895000 a 7916000 m, essa estrutura abrange os seguintes bairros, no sentido montante-jusante: Umuarama, Marta Helena, Brasil, Nossa Senhora Aparecida, Bom Jesus, Presidente Roosevelt, Martins, Osvaldo Rezende e Jardim Brasília. Possui uma área de 8,13 km^2, a altitude na bacia varia de 910 m de altitude a montante a 750 m a jusante (Cf. Mapa 9). Em

um levantamento realizado por Queiroz (2009), identificou-se que a área impermeabilizada na referida bacia é de 6,17 km^2, o que representa 75,87% da área (Cf. Mapa 10).

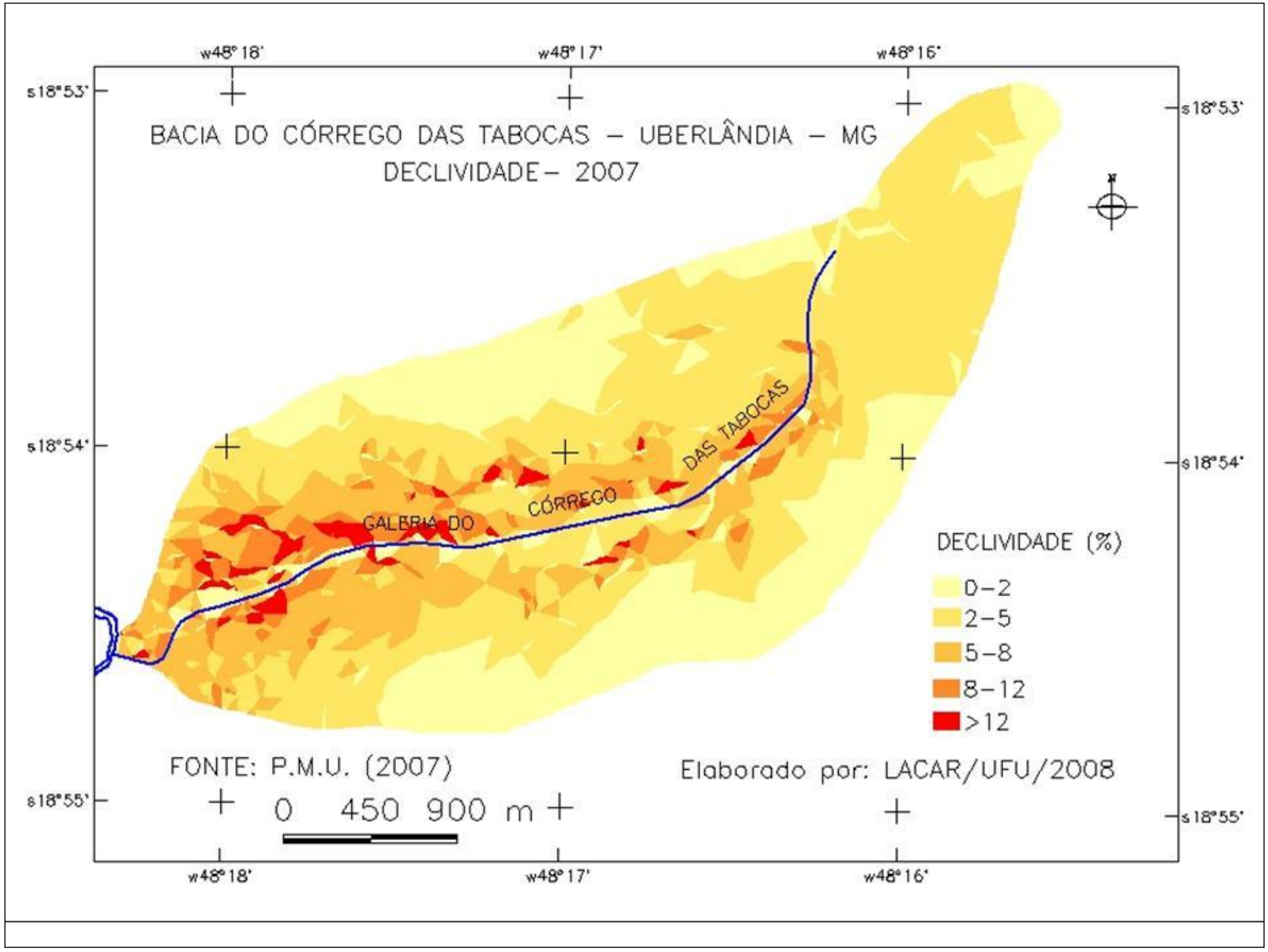
A impermeabilização associada ao alto grau de declividade, principalmente à jusante, onde predominam valores de 5 a 8 % , acentuam o potencial de impacto pluvial, o que resulta no aumento da velocidade das águas pluviais, visto que a área apresenta poucas áreas permeáveis, como parques.

Mapa 9: Localização da Bacia Hidrográfica do córrego Tabocas.



Fonte: LCRH (2009). Org.: Barbosa, G. R.

Mapa 10: Declividade na Bacia Hidrográfica do Córrego Tabocas.



Fonte: Queiroz (2009, p.26).

2.1.5 Avenidas Getúlio Vargas Uirapuru

A Avenida Getulio Vargas é uma das mais importantes da cidade, opção de acesso ao centro da cidade para os bairros dos Setores Oeste e parte do Sul, que, atualmente, é uma das áreas de maior crescimento nos últimos anos. Constituindo a bacia do rio Uberabinha, drena o topo de chapada onde estão localizados os bairros Tubalina, Jaraguá e parte do Planalto e Cidade Jardim. Possui uma área de 2,58 Km^2. A imagem de satélite 2 apresenta a parte mais à jusante, com declividade superior a 10% (Mapa 3).

Imagem de Satélite 2: Área drenada que impacta n proximidade das Avenidas Getulio Vargas e Uirapuru.



Fonte da Imagem de Satélite: Google Earth (11/06/2010); INPE/CPETC.
Elaboração/Organização: Emerson Malvino da Silva (2012).

Nessa imagem é destacada a Avenida Urapuru no bairro Cidade Jardim, apresenta índices de declividade que variam de 10% a 14% (Cf. Mapa 03) que recebe um grande volume de escoamento superficial com grande potencial para causar enxurradas e alagamentos.

3 – ANÁLISE TEMPORAL DOS ELEMENTOS CLIMÁTICOS NA ÁREA URBANA DE UBERLÂNDIA

Optou-se, nesse tópico, por fazer uma comparação analítica dos elementos climáticos na cidade Uberlândia, com vistas a identificar um padrão para a influência da urbanização nas variáveis anuais.

Como relatado nos procedimentos (Cf. Quadro 01), no período de 1981 a 1996 os dados meteorológicos eram coletados no Parque do Sabiá (5º Distrito de Meteorologia do INMET - código 83527); em 1996, a estação foi instalada na Universidade Federal de Uberlândia no Campus Santa Mônica, que assumiu as coletas e a tabulação e envio dos dados para o INMET. A instalação de ambas são em ambientes distintos: a primeira por vegetação a uma altitude de 875 m para outra em uma área em processo de urbanização, com 876 m, e a uma distância de 1,95 km entre elas.

3.1 Temperatura Média

A temperatura média na cidade de Uberlândia, no período abordado (1981-2011), nessa análise, é de 22,5°C (Cf. Tabela 80 em anexo). Esses valores, no decorrer dos meses, apresentam poucas variações, sendo a menor média registrada no mês de junho, cujo valor é 19,5°C e a maior média 24°C, no mês de outubro (Cf. Gráfico 05).

A Tabela 05 demonstra o resultado da análise geoestatística das temperaturas médias anuais: a Moda (22,1) que é o valor que aparece com maior frequência, demonstra a oscilação entre os totais anuais; a amplitude 2,4, a Mediana 22,5; o desvio padrão 0,5 representa a raiz quadrada positiva da Variância caso ela fosse repetida infinitamente (ANDRIOTTI, 2003).

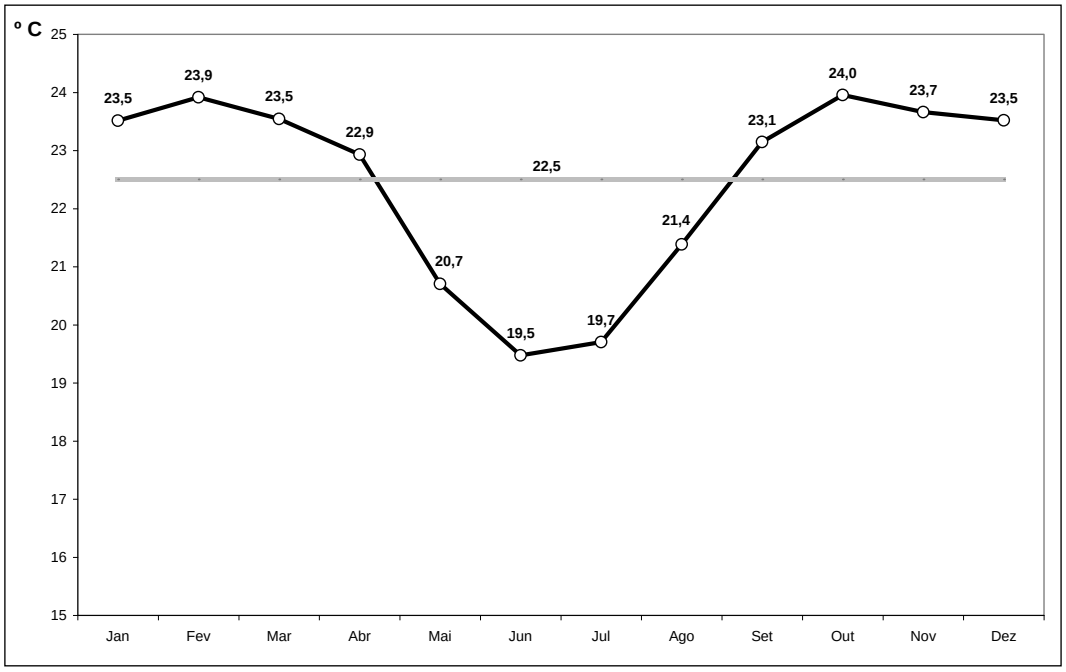
Outro dado que merece destaque é o aumento das médias, verificado no ano de 2002, quando foram constatados seis meses com as maiores médias dos últimos anos (Gráfico 04 e Tabela 06). O mês de outubro registrou, em 2005, uma temperatura média de 26,1°C, que corresponde a um aumento de 3,6°C sobre a média frequente desse mês. A maior amplitude

do período analisado ocorreu no mês de outubro – 4,1°C – e a menor no mês de março, 2,4°C. Na análise das médias por estações, verifica-se que a temperatura média do verão é de 23,6°C; a média do outono é 22,3°C; a média do inverno é 20,2°C; e a média da primavera, 23,6°C.

A média anual apresenta uma variação de 1,7°C nos últimos 31 anos (Cf. Gráfico 06), sendo que no ano de 2011 foi registrada a maior média (23,4°C). São observadas as menores com ocorrência no ano de 1982 e 1989 (21,7°C). A análise do gráfico demonstra que, a partir de 1994, as médias anuais ficaram acima da média histórica do período, com exceção dos anos de 1997 e 2000, respectivamente, ano neutro (sem influência do ENOS) e La Níña de intensidade Fraca (Cf. Quadro 24).

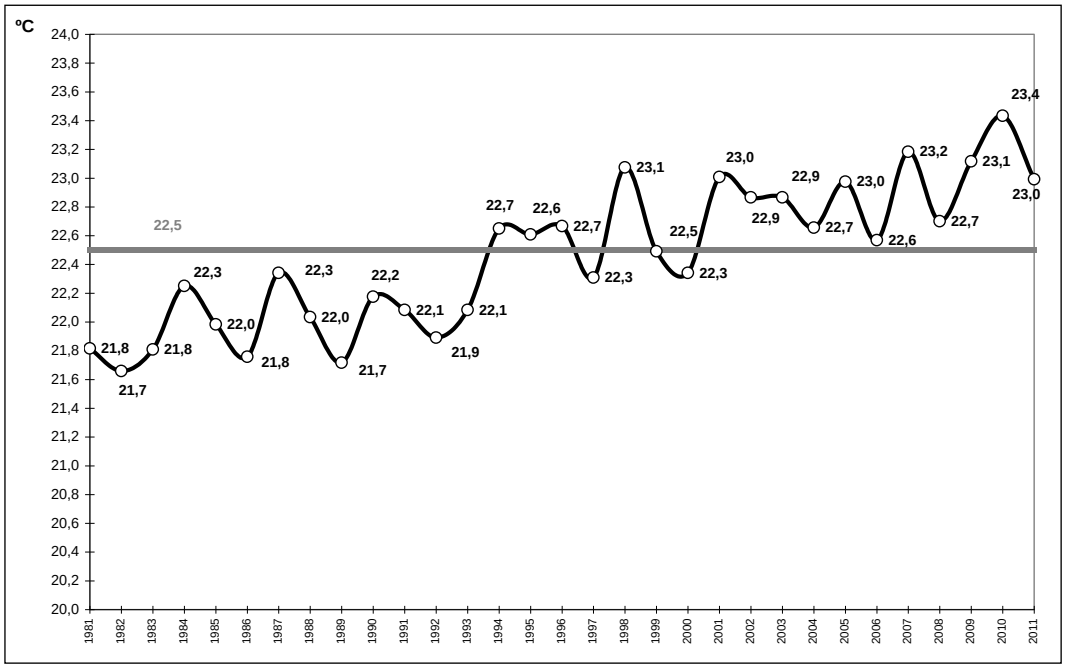
A Tabela 05 apresenta as análises geoestatísticas para o comportamento das temperaturas médias anuais. Nele, confere-se as medidas de tendência: Média 22,5ºC, Moda 22,1ºC, Mediana 22,5ºC. A proximidade desses valores indicam que se trata de uma amostra simétrica. A amostra de dados indica uma Amplitude de 2,4ºC; os outros valores referentes à medida de dispersão, Variância e Desvio Padrão, apresentam uma excepcionalidade matemática onde a raiz quadrada de um número positivo maior que 0 e menor que 1 é maior que o número.

Gráfico 5: Temperatura média mensal (1981-2011).



Org.: Silva (2012).

Gráfico 6: Temperatura média anual (1981-2011).



Org.: Silva (2012).

Tabela 5: Análise geoestatística das temperaturas médias mensais.

Medidas de tendência central			**Medidas de dispersão**		
Média	Moda	Mediana	Amplitude	Variância	Desvio-padrão
22,5	22,1	22,5	2,4	0,2	0,5

Org.: Silva (2012).

Tabela 6: Amplitude das temperaturas médias mensais compensadas.

Mês	**Jan**	**Fev**	**Mar**	**Abr**	**Mai**	**Jun**	**Jul**	**Ago**	**Set**	**Out**	**Nov**	**Dez**
Máximo	**24,7**	**25,3**	**25,0**	**24,8**	**21,8**	**21,1**	**22,0**	**23,3**	**25,2**	**26,1**	**25,3**	**24,8**
Ano	*1998*	*1993*	*1992*	*2005*	*2009*	*2002/03*	*2009*	*2008*	*1997*	*2005*	*1997*	*2002/03*
Mínimo	**22,0**	**22,4**	**22,6**	**21,0**	**19,0**	**16,5**	**17,4**	**20,0**	**20,7**	**22,0**	**22,5**	**21,9**
Ano	*1982*	*2010*	*2007*	*1982*	*1982*	*1985*	*1988*	*1989*	*1984*	*1983*	*1983*	*1983*
Amplitude	***2,7***	***2,9***	***2,4***	***3,8***	***2,8***	***4,6***	***4,6***	***3,3***	***4,5***	***4,1***	***2,8***	***2,9***

Org.: Silva (2012).

A Tabela 06, demonstra a amplitude da temperatura para o período de 31 anos e a analise aponta que as maiores amplitudes ocorreram no período de inverno junho e julho. A

tendência de aumento da temperatura média foi comentada por Morengo (2009), no qual o autor expôs as alterações da temperatura.

> A década de 1990 foi a mais quente desde que as primeiras medições, no fim do século XIX, foram efetuadas. Este aumento nas décadas recentes corresponde ao aumento no uso de combustível fóssil durante este período. Até finais do século XX, o ano de 1998 foi o mais quente desde o início das observações meteorológicas em 1861, com +0.54ºC acima da média histórica de 1961-90. Já no século XXI, a temperatura do ar a nível global em 2005 foi de +0.48ºC acima da média, sendo este o segundo ano mais quente do período observacional, como afirma a Climate Research Unit da University of East Anglia, UK. O ano de 2003 foi o terceiro mais quente (+0.44ºC acima do normal). Os últimos 11 anos, 1995-2004 (com exceção de 1996) estão entre os mais quentes no período instrumenta (MORENGO, 2006, p. 25).

Esse aumento da temperatura reflete uma tendência. Porém, como destacado, a influência antrópica não deve ser desconsiderada nas avaliações, principalmente para o entendimento da dinâmica climática em meso e microescala.

3.1.1 Temperatura Média das Máximas

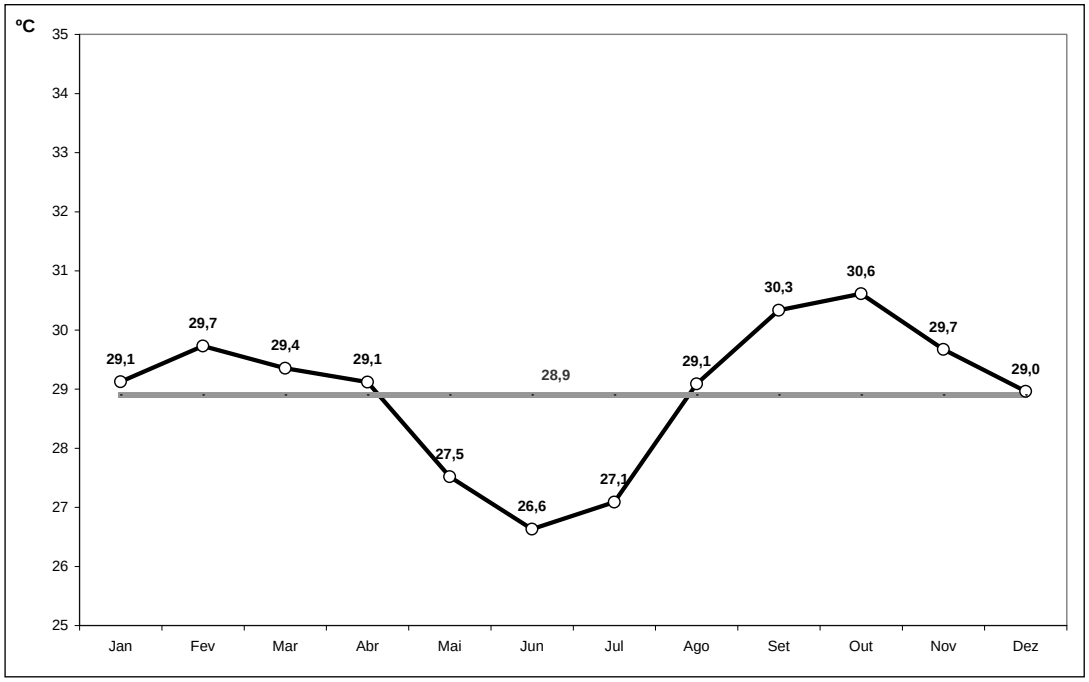
Pela análise mensal do comportamento da média das máximas (Cf. Gráfico 07), pode-se observar que, com exceção do período de maio/julho, os demais apresentam valores de 26,6ºC a 27,5ºC (Cf. Tabela 84 em anexo). Nos demais meses, a média é igual ou superior a 29°C. Os meses com maior média são fevereiro, setembro, outubro e novembro, cujos valores respectivos são 29,7°C, 30,3°C, 30,6°C e 29,7°C.

A análise geoestatística para o comportamento das temperaturas máximas médias anuais, expressas na Tabela 7, indica como medida de tendências a Média 28,9ºC, Moda 28,9 ºC, Mediana 29,0ºC; a proximidade desses valores assinalam que se trata de uma amostra simétrica. Em relação às medidas de dispersão, a amplitude 1,9ºC tem o Desvio padrão em relação à média de 0,6ºC.

A maior média mensal das máximas registradas foi 34,1°C, ocorrida em outubro de 2002 (Cf. Tabela 08), e a menor em junho de 1981, cuja média foi 24,6°C. Os meses de setembro e outubro apresentam o maior número de dias com médias acima dos 30°C e o ano de 2010 teve sete meses com as maiores médias superiores ao valor citado; esse fato será

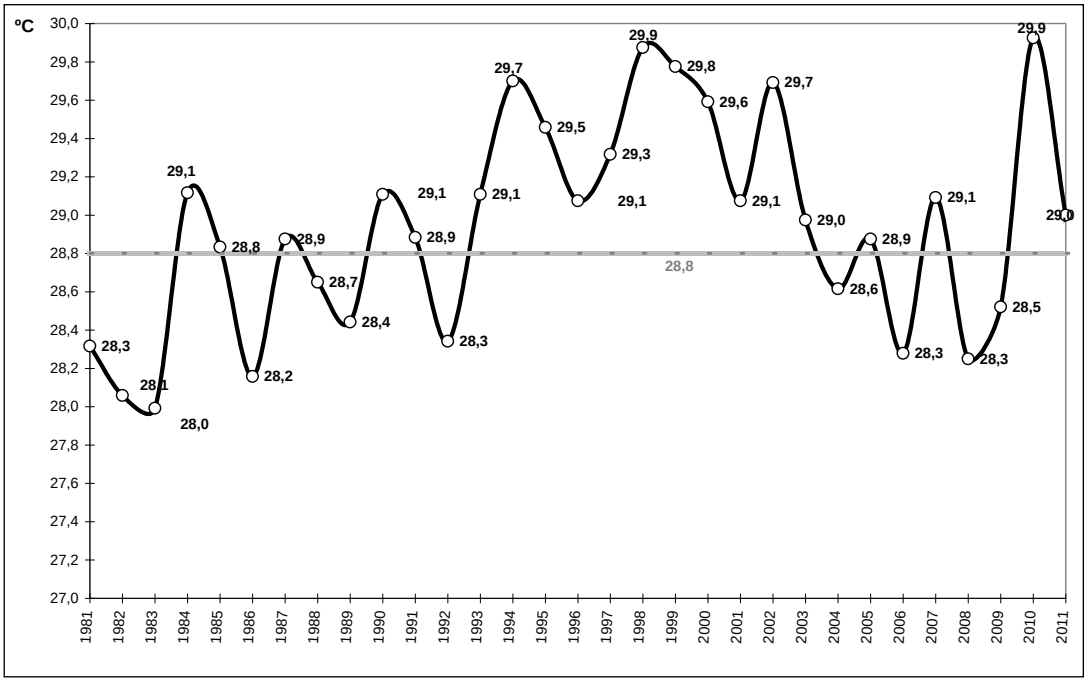
comentado posteriormente. A maior amplitude das médias das máximas ocorreu no mês de outubro (6,3°C) e a menor no mês de março (3.8ºC).

Gráfico 7: Temperatura média das máximas mensais (1981-2011).



Org.: Silva (2012).

Gráfico 8: Temperatura média das máximas anuais (1981-2011).



Org.: Silva (2012).

Tabela 7: Análise geoestatística das temperaturas máximas médias anuais.

Medidas de tendência central			Medidas de dispersão		
Média	Moda	Mediana	Amplitude	Variância	Desvio-padrão
28,9	28,9	29,0	1,9	0,3	0,6

Org.: Silva (2012).

Tabela 8: Amplitude das temperaturas máximas anuais.

Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Máximo	**30,9**	**31,7**	**31,3**	**30,7**	**29,0**	**28,8**	**28,9**	**31,3**	**33,0**	**34,1**	**31,9**	**30,4**
Ano	*1998*	*1994*	*1998*	*1998*	*2006*	*2000*	*2009*	*1995*	*1997*	*2002*	*1997*	*1999*
Mínimo	**27,2**	**28,0**	**27,8**	**27,3**	**25,9**	**24,9**	**24,6**	**27,1**	**26,8**	**27,8**	**28,1**	**27,3**
Ano	*1982*	*2009*	*2008*	*1982*	*1981*	*1981*	*1981*	*1982*	*1992*	*1983*	*2006*	*1983*
Amplitude	***3,7***	***3,7***	***3,5***	***3,4***	***3,1***	***3,9***	***4,3***	***4,2***	***6,2***	***6,3***	***3,8***	***3,1***

Org.: Silva (2012).

Os entendimentos dos eventos extremos associados às temperaturas máximas absolutas que serão analisadas no próximo tópico fornecem subsídios para o entendimento da origem das excepcionalidades das precipitações intensas.

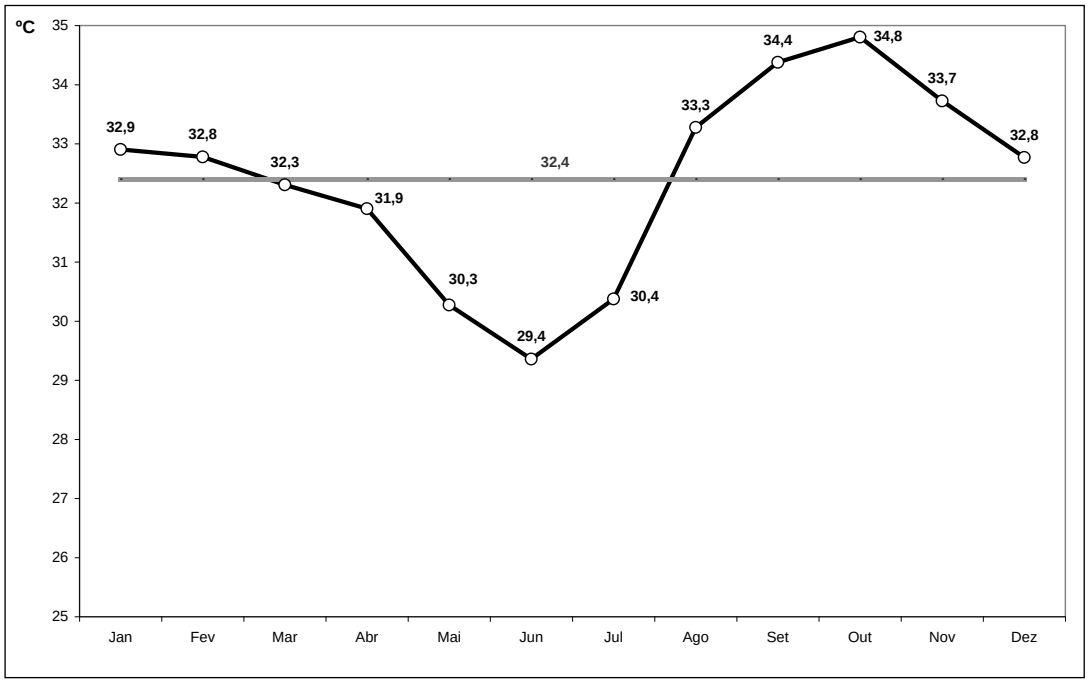
3.1.2 Temperatura Média das Máximas Absolutas

A temperatura máxima absoluta (extrema), por ser a maior temperatura registrada durante um dia do mês, geralmente ocorre entre as 12h e 15h. A amplitude mensal das máximas absolutas é de 5,6°C; a maior média é do mês de outubro (34,8°C) e a menor (29,4°C) em junho (Cf. Tabela 85 em anexo e o Gráfico 09). Analisando as médias, notam-se as altas temperaturas registradas durante o inverno, principalmente nos meses de julho e agosto, que apresentam uma média de 30,3°C e 33,4°C, respectivamente.

As médias das máximas absolutas anuais apresentam uma amplitude de 2.9°C, sendo que a maior média (34.4°C) ocorreu em 1998, associado ao El Niño, e a menor em 1983 (31.4°C) (Gráfico 10). Nota-se que o pico em um ano é seguido de um decréscimo no ano seguinte, salvo exceção dos anos de 1988 / 89. As medidas de tendência apresentam valores

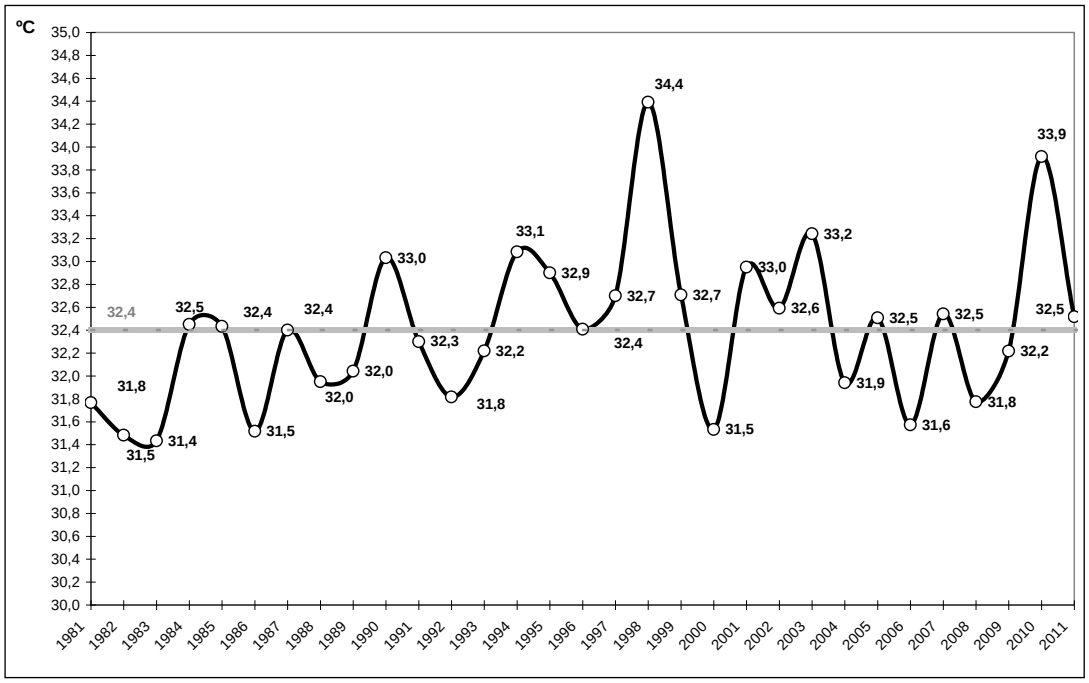
iguais da Média e Mediana 34.4ºC, das medidas de dispersão tem-se uma Amplitude de 3ºC e um Desvio padrão de 0,7ºC.

Gráfico 9: Temperatura média das máximas absolutas mensais (1981-2011).



Org.: Silva (2012).

Gráfico 10: Temperatura média das máximas absolutas anuais (1981-2011).



Org.: Silva (2012).

Tabela 9: Análise geoestatística das temperaturas máximas absolutas médias anuais.

Medidas de tendência central			Medidas de dispersão		
Média	Moda	Mediana	Amplitude	Variância	Desvio-padrão
32,4	#N/D	32,4	3,0	0,5	0,7

Org.: Silva (2012).

Os registros extremos diários podem ser observados na Tabela 10, que demonstra as amplitudes mensais das ocorrências registradas nos últimos 31 anos. É notório que as maiores amplitudes ocorram nos meses de agosto (8,0°C) e setembro (7,2°C), fato esse justificável pela ausência de nebulisidade provocadas pela *m*PA. A menor, ocorre no mês de junho (4,0°C).

Tabela 10: Amplitude das temperaturas máximas absolutas anuais.

Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Máximo	**37,4**	**35,6**	**35,0**	**36,8**	**32,8**	**31,2**	**35,0**	**38,0**	**38,6**	**37,5**	**36,2**	**35,0**
Ano	*2001*	*1997*	*1981*	*2001*	*2008*	*2008*	*1998*	*2010*	*2010*	*1998*	*2010*	*1999*
Mínimo	**31,0**	**30,8**	**30,6**	**30,8**	**26,5**	**27,2**	**28,4**	**30,0**	**31,4**	**31,6**	**31,2**	**30,8**
Ano	*2007*	*1988*	*2008*	*30,8*	*2006*	*2004*	*1981*	*1986*	*1999*	*1983*	*2000*	*1983*
Amplitude	***6,4***	***4,8***	***4,4***	***6,0***	***6,3***	***4,0***	***6,6***	***8,0***	***7,2***	***5,9***	***5,0***	***4,2***

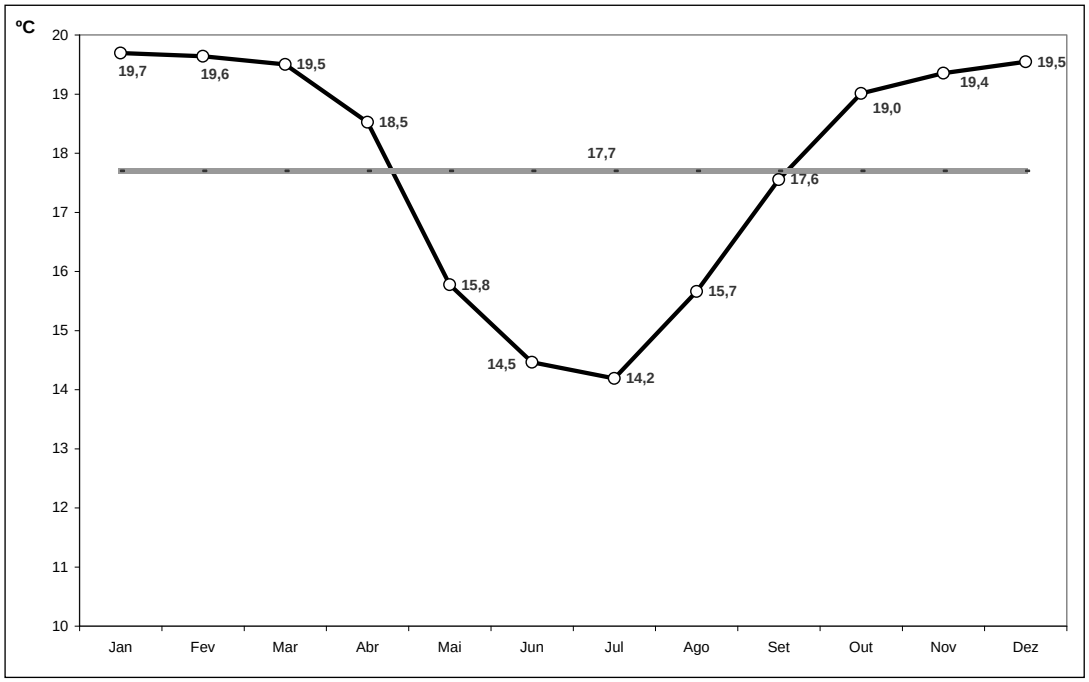
Org.: Silva (2012).

As temperaturas mínimas abordadas no próximo tópico fornecem um parâmetro para o entendimento ao conforto térmico anual.

3.1.3 Temperatura Média das Mínimas

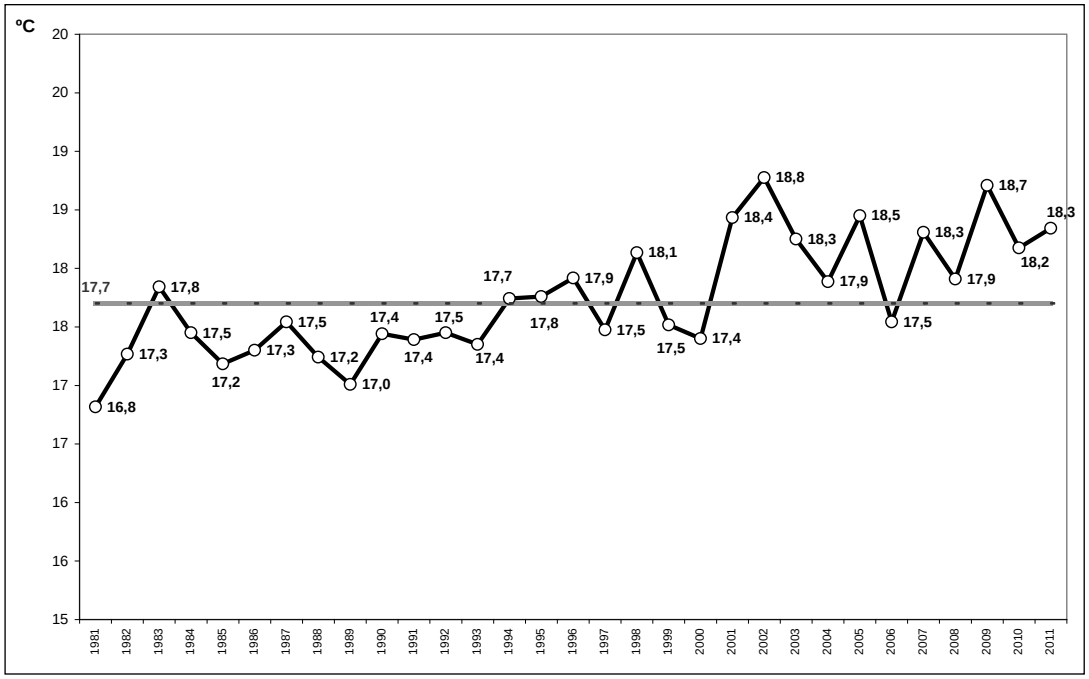
Os maiores valores das médias das temperaturas mínimas anuais são observados no período primavera/verão, mais especificamente nos meses de outubro a março (Cf. Gráfico 11 e Tabela 86, em anexo), quando a média oscila de 17,6°C a 19,7°C, respectivamente em setembro e dezembro. As menores médias são observadas nos meses de junho (14,2°C) e julho (13,9°C).

Gráfico 11: Temperatura Média das Mínimas Mensais (1981-2011).



Org.: Silva (2012).

Gráfico 12: Temperatura Média das Mínimas Anuais (1981-2011).



Org.: Silva (2012).

As médias das temperaturas mínimas anuais demonstram uma particularidade nesses 31 anos: 21 deles apresentam médias variando entre 17°C e 17,9°C (Cf. Gráfico 12). Isso denota que, apesar de ocorrerem variações diárias decorrerão longo do ano, as médias tendem a se manter constantes. No período de 2001 a 2011, em sete anos as médias estiveram acima dos 18ºC.

A análise geoestística para as médias de tendência central apresenta-se em sequência: Média 17,7ºC, Mediana 17,5ºC, pela dispersão dos dados Amplitude 2ºC e desvio padrão 0,5ºC.

Tabela 11: Análise geoestatística das temperaturas mínimas médias anuais.

Medidas de tendência central			**Medidas de dispersão**		
Média	Moda	Mediana	Amplitude	Variância	Desvio-padrão
17,7	#N/D	17,5	2,0	0,3	0,5

Org.: Silva (2012).

A variação da amplitude da média das mínimas nos últimos 31 anos é de 10,7°C, sendo a menor (10,7°C) ocorrida em 1981, e a maior (21,6°C), em 2002 (Cf. Tabela 08). Das amplitudes mensais, o mês de julho se destaca com uma amplitude de 6°C, e a menor ocorre no mês de janeiro 1,9°C.

Tabela 12: Amplitude das temperaturas mínimas anuais.

Mês	**Jan**	**Fev**	**Mar**	**Abr**	**Mai**	**Jun**	**Jul**	**Ago**	**Set**	**Out**	**Nov**	**Dez**
Máximo	20,6	21,1	20,6	20,5	17,8	16,7	16,7	17,4	19,1	21,6	21,3	21,2
Ano	*2003*	*2001*	*2005*	*2001*	*1983*	*1983*	*2009*	*1996*	*1997*	*2002*	*2002*	*2010*
Mínimo	18,7	18,6	18,1	16,6	11,0	12,6	10,7	14,0	15,6	17,5	18,3	18,6
Ano	*2010*	*1992*	*1987*	*1982*	*2006*	*1981*	*1981*	*1983*	*1984*	*1986*	*1988*	*1982*
Amplitude	***1,9***	***2,5***	***2,5***	***3,9***	***6,8***	***4,1***	***6,0***	***3,4***	***3,5***	***4,1***	***3,0***	***2,6***

Org.: Silva (2012).

A seguir será apresentado outro aspecto importante na análise da temperatura mínima e seu valor absoluto associado à amplitude térmica diária, que é mais expressiva durante os meses de inverno na área em análise

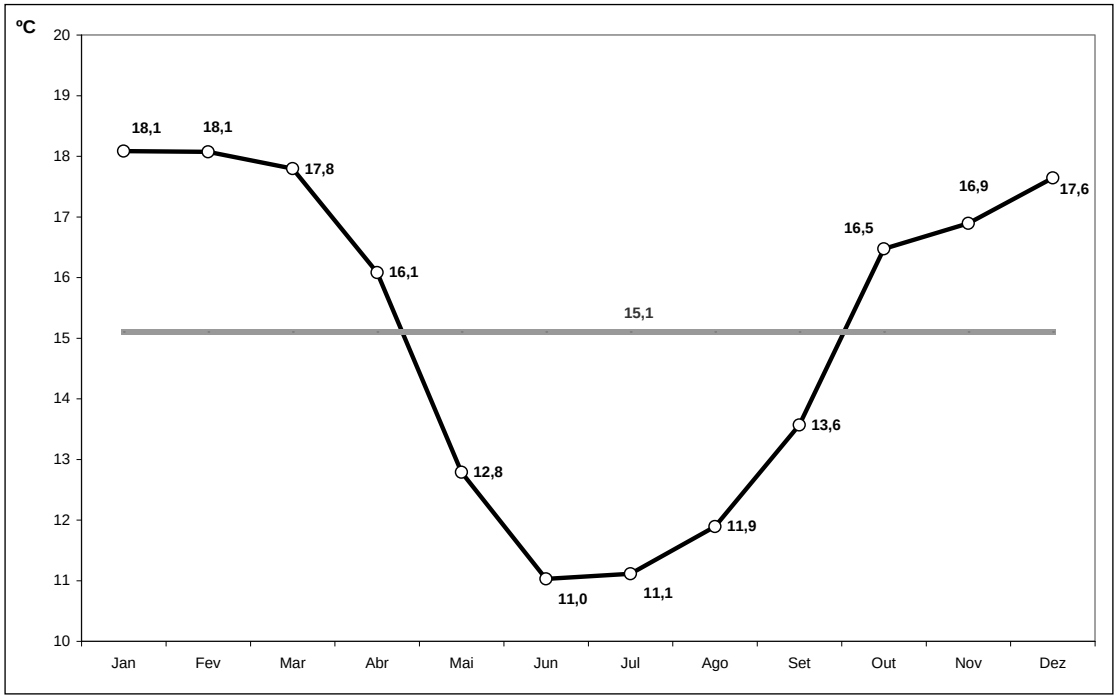
3.1.4 Temperatura Média das Mínimas Absolutas

A temperatura mínima absoluta mensal é a que apresenta os índices mais expressivos, como pode ser observado na Tabela 87 (em anexo). Os valores indicam períodos que causam grande desconforto térmico à população uberlandense, como é o caso do mês de julho de 1981, quando foi registrada, na cidade, 1°C (Cf. Tabela 14), a menor temperatura registrada nos últimos 31 anos.

As médias das mínimas absolutas mensais se mantêm constantes durante o período de verão, com médias de 18,1ºC nos meses de janeiro e fevereiro (Cf. Gráfico 13), a menor média ocorre no mês de junho 11ºC.

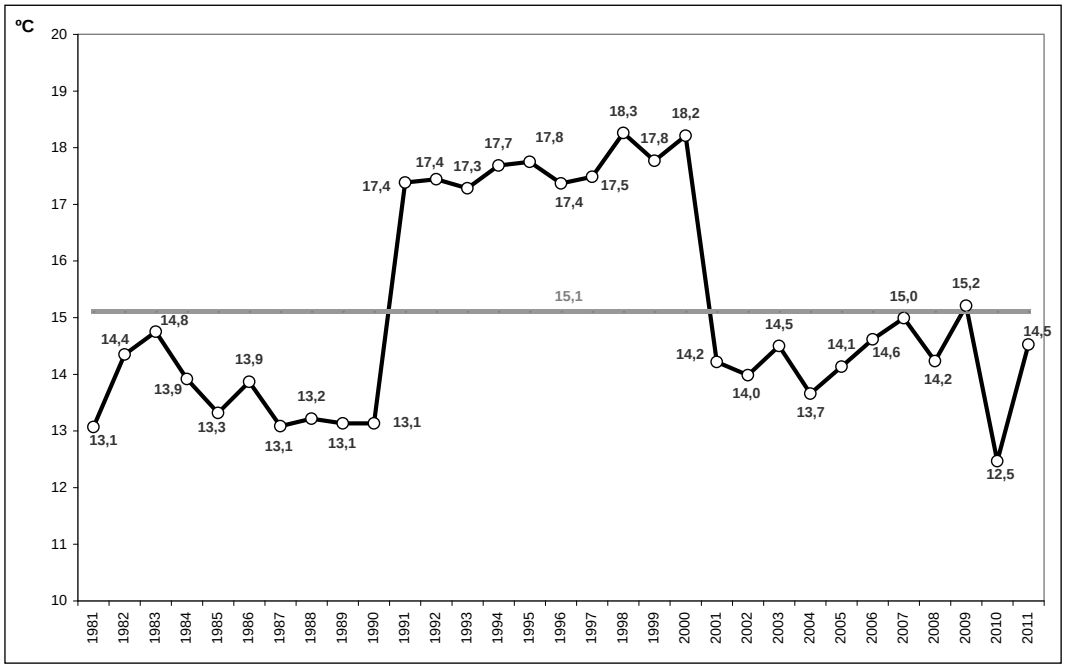
As médias das mínimas absolutas anuais apresentam uma variação de 3,7°C da década de 1980 para a de 1990 e, desta, 3,1ºC na década de 2000. Observa-se, então, que a o período de 1990 a 1999 se teve as menores temperaturas mínimas absolutas (Cf. Gráfico 14 e Tabela 87, em anexo). A menor média é 12,8°C, registrada em 2010. Durante 10 anos (1981 a 1990), a média oscilou entre 13,1°C e 13,9°C, e os 10 posteriores (de 1991 a 2000), entre 17,3°C e 18,3°C; nos últimos 11 anos (2001 a 2011) houve uma oscilação de 12,5ºC a 15,2ºC.

Gráfico 13: Temperatura Média das Mínimas Absolutas Mensais (1981-2011).



Org.: Silva (2012).

Gráfico 14: Temperatura Média das Mínimas Absolutas Anuais (1981-2011).



Org.: Silva (2012).

A estatística dos dados da temperatura média das mínimas absolutas mensais apresenta uma Média de 15,1ºC, a Moda de 13,1ºC e Mediana de 14,5ºC. Esses valores demonstram que houve uma oscilação considerável no período analisado, o que reflete nas médias de dispersão, Amplitude 5,8ºC e Desvio Padrão em relação à média de 1,9ºC.

Tabela 13: Análise geoestatística da temperatura média das mínimas absolutas anuais.

Medidas de tendência central			**Medidas de dispersão**		
Média	Moda	Mediana	Amplitude	Variância	Desvio-padrão
15,1	13,1	14,5	5,8	36	1,9

Org.: Silva (2012).

Comparando os dados das médias das mínimas absolutas e as médias das máximas anuais, estabelece-se uma relação pelo aumento das médias das mínimas absolutas. Analisando a Tabela 14, constata-se que os maiores valores nas temperaturas mínimas absolutas registradas ocorreram entre os anos 1996 e 2000. As maiores amplitudes ocorrem nos meses

de julho e setembro, respectivamente com os valores de 14,6°C e 14,2ºC e a menor em janeiro (6,6ºC).

Tabela 14: Amplitude das temperaturas mínimas absolutas (1981-2001).

Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Máximo	20,4	20,6	20,8	19,4	16,7	15,4	15,6	17,2	19,2	20,7	19,9	20,2
Ano	*2000*	*1998*	*1998*	*1998*	*1996*	*2000*	*1999*	*2000*	*1997*	*2000*	*1997*	*2000*
Mínimo	13,8	12,2	11,2	11,8	5,8	2,2	1,0	4,6	5,0	9,8	12,0	12,9
Ano	*2010*	*2010*	*1987*	*2010*	*1990*	*1985*	*1981*	*1987*	*2002*	*2010*	*1986*	*2005*
Amplitude	***6,6***	***8,4***	***9,6***	***7,6***	***10,9***	***13,2***	***14,6***	***12,6***	***14,2***	***10,9***	***7,9***	***7,3***

Org.: Silva (2012).

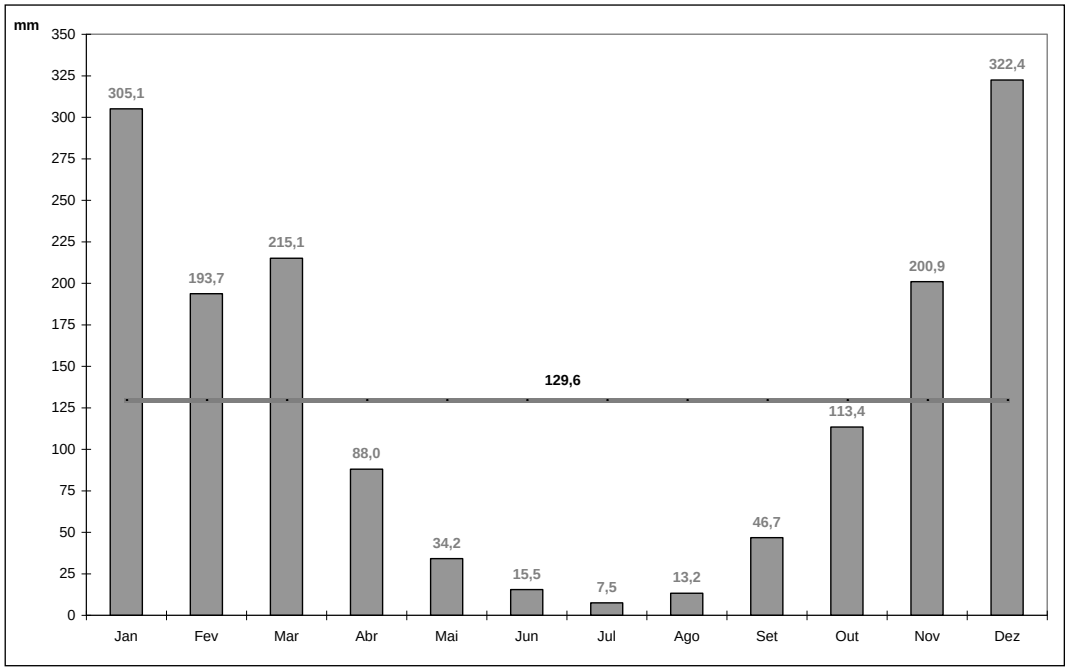
As análises realizadas sobre o comportamento térmico na cidade de Uberlândia tiveram como objetivo demonstrar sua variabilidade e tendência, visto que podem auxiliar na identificação de eventos pluviométricos extremos no caso de uma rápida redução da temperatura ou até mesmo indicar a presença de uma frente fria estacionária que causa a diminuição de sua amplitude diária.

3.1.5 Precipitação

O regime pluviométrico em Uberlândia é bem caracterizado: as chuvas concentram-se de outubro a março, representando 86,8% do total da precipitação anual. O mês que apresenta a maior média é dezembro (322.4 mm), seguido por janeiro (305.1 mm). Os meses com menores médias são junho, julho e agosto, respectivamente 15.5 mm, 7.5 mm e 13.2 mm (cf. Gráfico 15 e Gráfico 89 em anexo), com média mensal é de 129.6 mm.

Quanto aos totais pluviométricos anuais (Gráfico 16) à média é 1555.7 mm, a maior ocorrência, (2220.1 mm) foi registrada em 1982, e a menor, (1012.6 mm) em 1990 ambas em decorrência da ação do El Niño respectivamente 1982/83 e 1990/91. O maior registro mensal, 660.4 mm ocorreu em janeiro de 1982, como pode ser observadas nas Tabela 10 e Tabela 88 (em anexo) nesse mês a amplitude é de 549.5 mm; a menor amplitude é registrada no mês de julho, 55.2 mm. Nos meses de junho a agosto a ocorrência de precipitações é rara, por isso não foi considerado na análise pluviométrica desses meses. Porém, cabe destacar a única ocorrência de ausência de precipitação em maio de 2000, a menor ocorrência, 0.9 mm, registrada em setembro de 1981.

Gráfico 15: Precipitação Média Mensal mm (1981-2011).



Org.: Silva (2012).

A Tabela 15 demonstra o resultado da análise geoestatística das chuvas anuais. Não foi identificada a medida de tendência; a Média é de 1555,7 mm; a Moda não foi definida, o que demonstra a existência de uma grande oscilação entre os totais anuais, sendo a Mediana 1503,6mm. Das medidas de dispersão, tem-se a amplitude 1219 mm, e o desvio padrão de 257,3 mm.

Tabela 15: Análise geoestatística das ocorrências anuais de chuvas.

Medidas de tendência central			**Medidas de dispersão**		
Média	Moda	Mediana	Amplitude	Variância	Desvio-padrão
1555,7	#N/D	1503,6	1219,0	66227,7	257,3

Org.: Silva (2012).

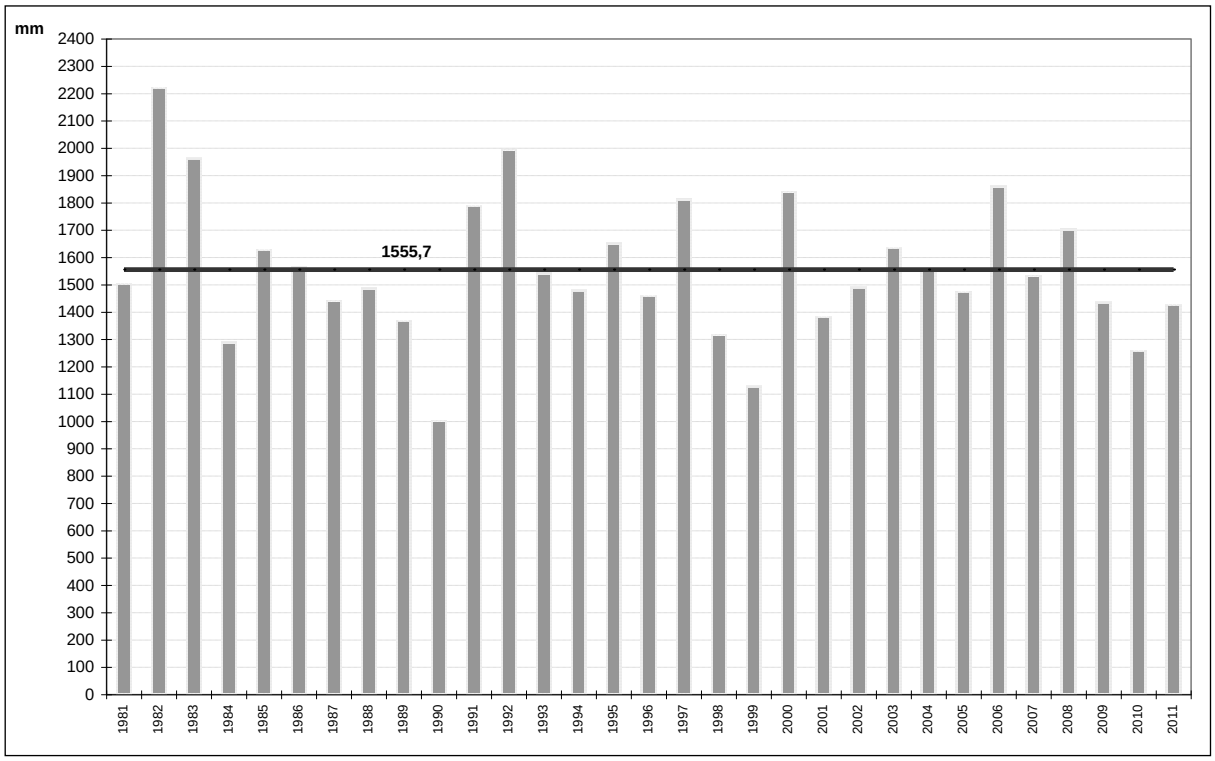
Tabela 16: Amplitude da precipitação anual.

Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Máxima	**660,4**	**422,2**	**469,4**	**262,2**	**121,6**	**101,3**	**50,6**	**85,4**	**164,3**	**266,0**	**381,2**	**545,0**
Ano	*1982*	*1995*	*1991*	*2008*	*1995*	*1997*	*1983*	*1998*	*2000*	*2006*	*1992*	*1986*
Mínima	**110,9**	**26,8**	**54,6**	**15,7**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**16,7**	**59,9**	**155,7**
Ano	*1990*	*1999*	*2007*	*2001*	*2000*	*Normal*	*Normal*	*Normal*	*1993*	*2000*	*2008*	*1990*
Amplitude	***549,5***	***395,4***	***414,8***	***246,5***	***121,6***	***101,3***	***50,6***	***85,4***	***164,3***	***249,3***	***321,3***	***389,3***

Org.: Silva (2012).

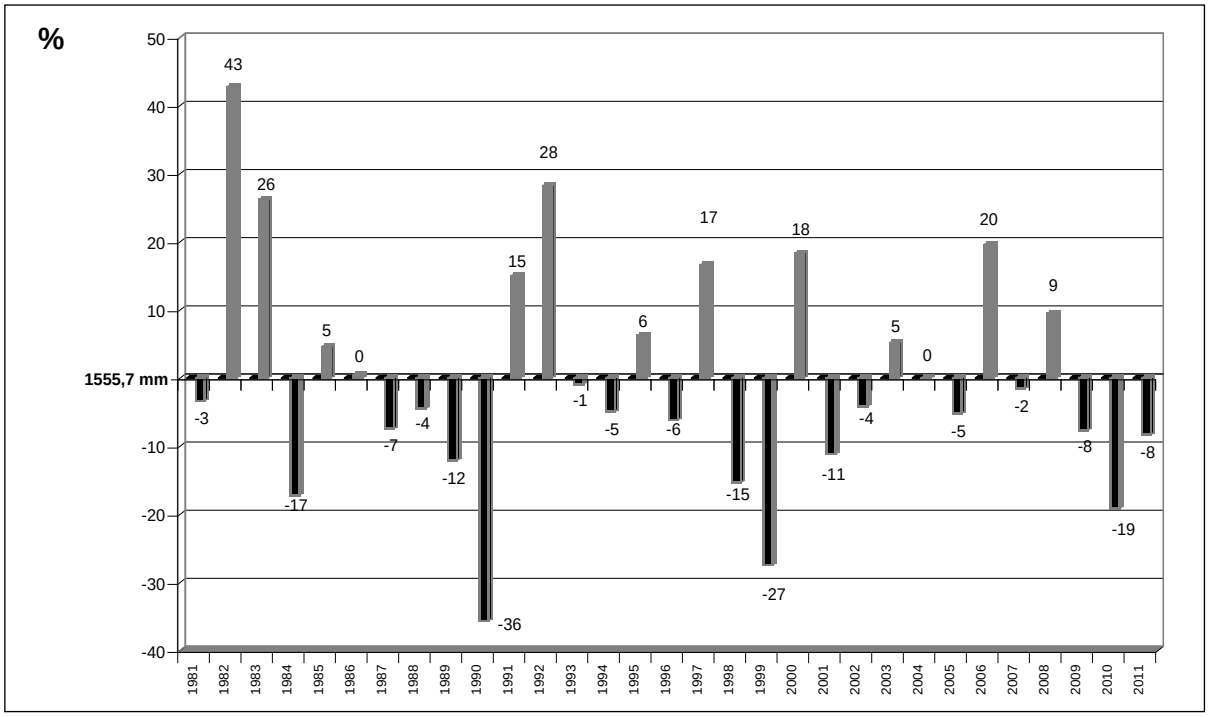
O Gráfico 17 apresenta as variações percentuais da precipitação, dos 31 anos, em 17 (54,8%); a precipitação ficou abaixo da média histórica (1555,7 mm), em 11 (35.8%), e em 3 (9,4%) dentro da média. Dos valores demonstrados, destacam-se os valores de 1983, 43%; acima da média tem-se a de 1990 (36%).

Gráfico 16: Precipitação Anual (mm) (1981-2011).



Org.: Silva (2012).

Gráfico 17: Variação percentual da precipitação Anual (mm) (1981-2011).



Org.: Silva (2012).

Para entender a variabilidade da precipitação, Sant'Ana Neto (1990) propôs a identificação do desvio em relação à média normal por meio de categorias qualitativas estabelecidas classificadas em anos: secos (< 30%) tendendo a seco (entre -30% a -15%), normal (-15% a 15%) tendendo a chuvoso (-15% a 15%) e chuvoso (>30%).

Quadro 6: Categorias qualitativas para o comportamento da precipitação anual em Uberlândia.

Anos secos	< - 30%	1990
Ano tendente a seco	- 30 a -15%	1984, 1999, 2010
Ano normal	- 15 a 15%	1981, 1985, 1986, 1987, 1988, 1989, 1991, 1993, 1994, 1995, 1996, 1998, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2007, 2009, 2011
Ano tendente a chuvoso	15 a 30%	1983, 1992, 1997, 2000, 2006, 2008
Ano Chuvoso	> 30%	1982

Org.: Silva (2012).

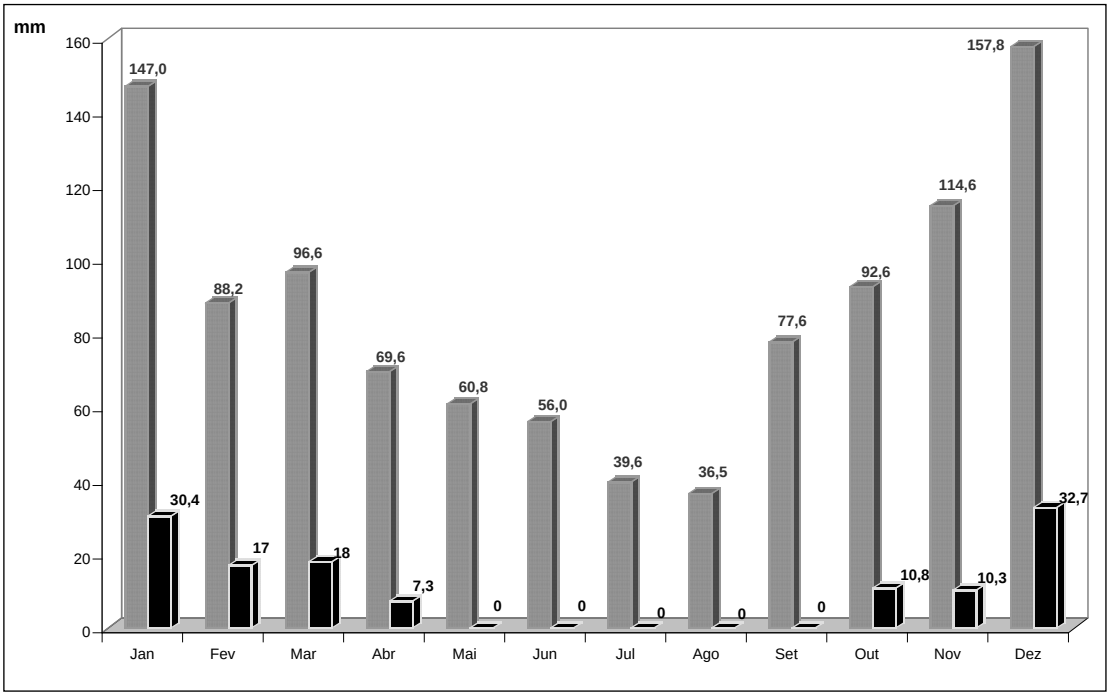
Baseada nas categorias variabilidade pluviométrica anual (Quadro 6), foram identificadas duas excepcionalidades relacionadas ao ENOS, sucessivamente chuvoso e seco, três anos tendendo a seco, seis anos tendendo a chuvoso e 20 anos tendendo a normal. A partir desses dados, pode-se concluir que as chuvas na cidade possuem uma regularidade em relação à média de distribuição, no período analisado.

3.1.6 Precipitação Máxima em 24h (mm)

Quando ocorre uma precipitação concentrada em um curto período de tempo esta tende a causar grandes impactos, pois, a infra-estrutura urbana instalada, e muitas vezes essa não comporta o escoamento superficial decorrente; isto tem ocorrido com freqüência em algumas localidades de Uberlândia.

Analisando o Gráfico 18, verifica-se que os maiores registros de precipitações em 24 horas ocorrem nos meses de janeiro e dezembro onde foram registrados 157.8 mm em 1986 e 147 mm em 2002.

Gráfico 18: Precipitação máxima em 24h amplitude mensal (1981-2011).



Org.: Silva (2012).

As medidas de tendência para as precipitações máximas em 24 h apresentadas na Tabela 17 apresentam uma média de 86,2 mm; o valor da Moda é 92,6 mm, a Mediana 81 mm; as medidas de dispersão apresentam uma amplitude de 106,5 mm e o Desvio Padrão em relação à média é de 25,5 mm.

Tabela 17: Análise geoestatística para ocorrência mensal de chuvas concentradas em 24 h.

Medidas de tendência central			**Medidas de dispersão**		
Média	Moda	Mediana	Amplitude	Variância	Desvio-padrão
86,2	92,6	81,0	106,5	649,7	25,5

Org.: Silva (2012).

A Tabela 18 demonstra algumas ocorrências inesperadas durante o inverno, que normalmente é caracterizado pela ausência de precipitações; dentre esses registros, destaca-se o ano de 1989, com uma precipitação de 39,6 mm em julho. A maior amplitude de precipitação em 24 h pôde ser observada no mês de dezembro (125,1 mm) e a menor (36,5 mm) em agosto.

Tabela 18: Amplitude mensal da precipitação em 24h (1981-2011).

Mês	**Jan**	**Fev**	**Mar**	**Abr**	**Mai**	**Jun**	**Jul**	**Ago**	**Set**	**Out**	**Nov**	**Dez**
Máximo	147,0	88,2	96,6	69,6	60,8	56,0	39,6	36,5	77,6	92,6	114,6	157,8
Ano	2002	1995	1997	1997	1995	1997	1989	1998	2006	2006	1999	1986
Mínimo	30,4	17,0	18,0	7,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,8	10,3	32,7
Ano	1988	1984	1998	2005	2000	Normal	Normal	Normal	2004	2001	2008	2005
Amplitude	***116,6***	***71,2***	***78,6***	***62,3***	***60,8***	***56,0***	***39,6***	***36,5***	***77,6***	***81,8***	***104,3***	***125,1***

Org.: Silva (2012).

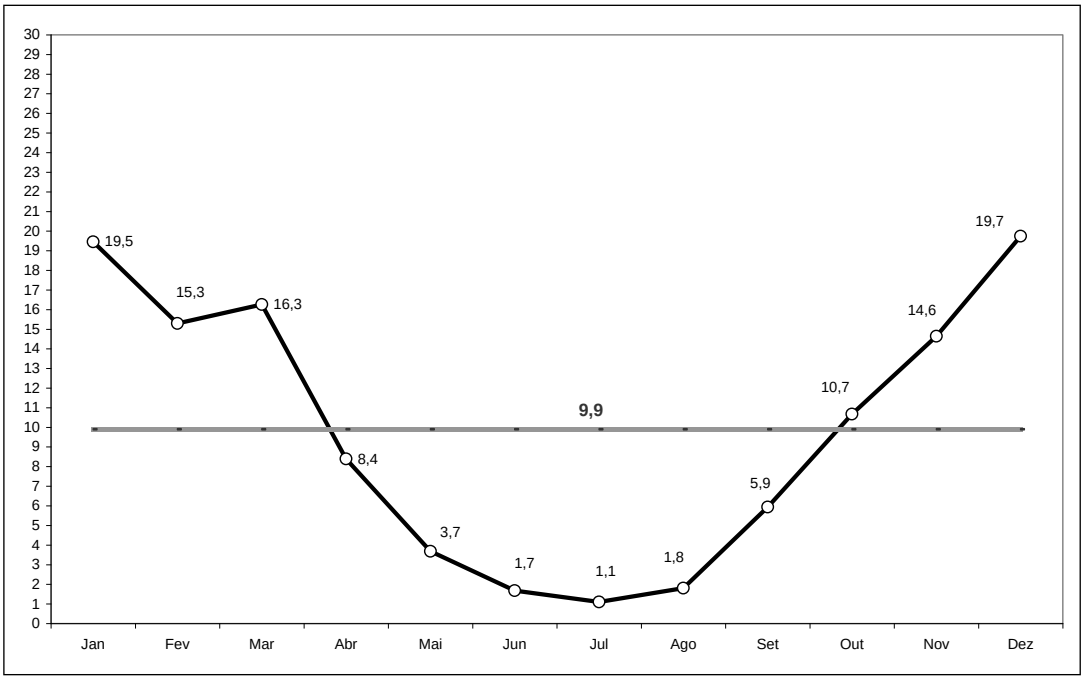
Outro dado importante a ser analisado sobre as chuvas refere-se ao número de dias com chuva, que será apresentado a seguir; ele fornece um parâmetro sobre a distribuição das chuvas durante o ano.

3.1.7 Número de dias com chuva

A média de dias com chuva em Uberlândia é 118,6 dias (Cf. Tabela 17 e Tabela 90, em anexo). O mês com mais dias de chuva no ano é dezembro, com 19,6 dias em média, seguido por janeiro (19,5 dias). Os meses com as menores médias são junho e julho, com 1 dia em média, e agosto, com 1,8 dias. Os meses de fevereiro, março e novembro possuem médias mensais praticamente iguais 15,3, 16,3 e 14,6 respectivamente (Cf. Gráfico 19).

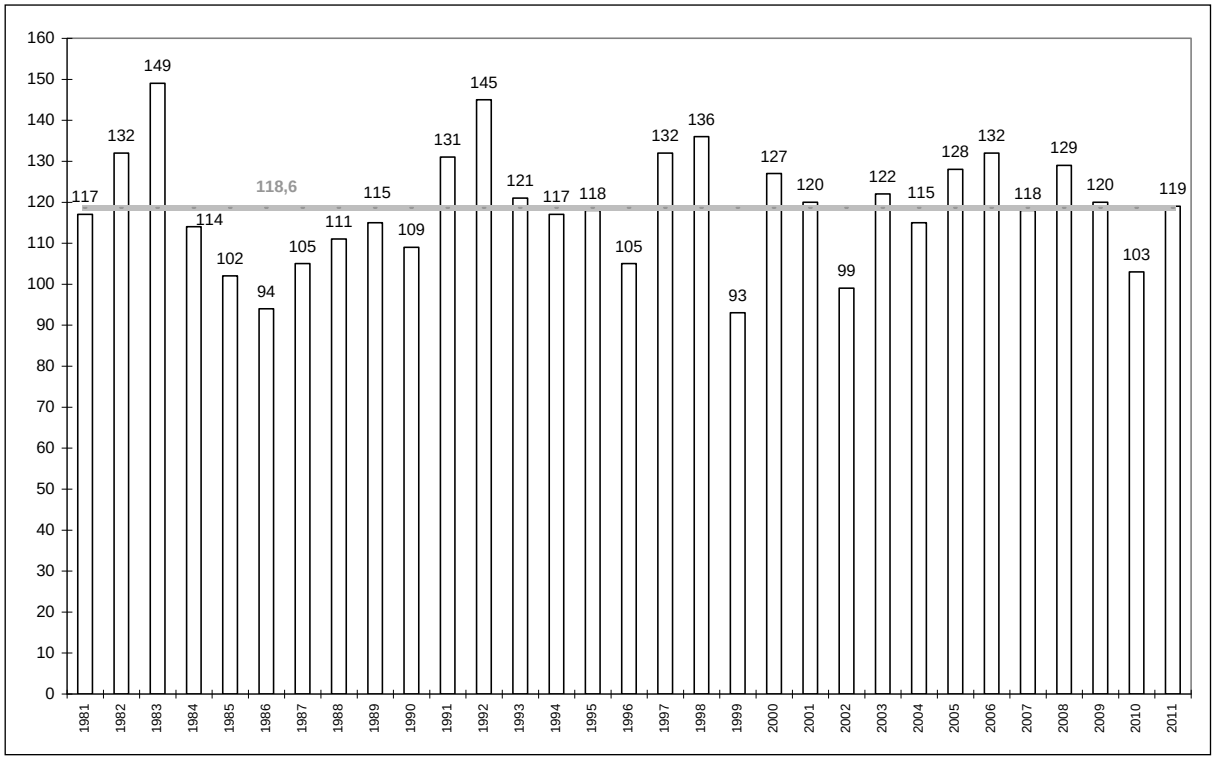
No período analisado, nota-se que em 19 anos a precipitação média anual esteve abaixo da média de 1555,7 mm, destacando-se os últimos anos. Outro fato a ser pontuado é que o número de dias com chuva no mês (Gráfico 20), em casos como o de 1983, que apesar de apresentar menor total pluviométrico em relação ao ano anterior, teve 17 dias a mais de chuva; na década 1990, a média de dias com chuva foi superior à década anterior, fato esse que pode estar associado ao crescimento urbano. A Tabela 19 apresenta o valor Moda de 132 mm; a Amplitude totaliza 56 mm, o Desvio Padrão 13,7 e a Mediana é de118 mm.

Gráfico 19: Número de dias com chuva mensal (1981-2011).



Org.: Silva (2012).

Gráfico 20: Número de dias com chuva Anual (1981-2011).



Org.: Silva (2012).

A estatística dos dados referentes às chuvas destacam a proximidade entre a Média e a Mediana, respectivamente 118,6 mm e 118 mm; já a Moda totaliza 132 mm; em relação à dispersão, a amplitude do período é de 56 mm, o que representa os anos 1983 (chuvoso) e 1999 (seco). O desvio padrão foi de 13,7mm.

Tabela 19: Análise geoestatística para ocorrência anual de chuvas.

Medidas de tendência central			**Medidas de dispersão**		
Média	Moda	Mediana	Amplitude	Variância	Desvio-padrão
118,6	132,0	118,0	56,0	188,0	13,7

Org.: Silva (2012).

Tabela 20: Amplitude mensal do número de dias com chuva.

Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Máximo	27	23	25	14	7	6	5	7	14	18	20	25
Ano	*2007*	*2008*	*1991*	*2006*	*1990*	*1997*	*2007*	*1984*	*1992*	*1992*	*2005*	*1998*
Mínimo	13	3	6	3	0	0	0	0	0	4	8	14
Ano	*1988/2002*	*1999*	*2007*	*2002*	*2000*	*Normal*	*Normal*	*Normal*	*2004*	*2000*	*1986*	*2003*
Amplitude	***14,0***	***20,0***	***19,0***	***11,0***	***7,0***	***6,0***	***5,0***	***7,0***	***14,0***	***14,0***	***12,0***	***11,0***

Org.: Silva (2012).

A maior ocorrência de chuvas em um mês foi em janeiro de 2007, com 27 dias de chuvas e a menor ocorrência, 13 dias, em 1988 e 2002. O ano de 1997 foi o ano em que ocorreu a maior quantidade de dias com chuva no período de inverno, 6 dias, registrando-se 56 mm de chuva em julho de 1997. Outra coincidência ocorreu em 2000: nos três primeiros meses do ano teve-se 21 dias de chuva. Conforme foi mencionado, a média de dias com chuva do período estudado é 118,6 dias; o maior registro foi 149 dias, em 1983, e a menor em 1993 e 1999.

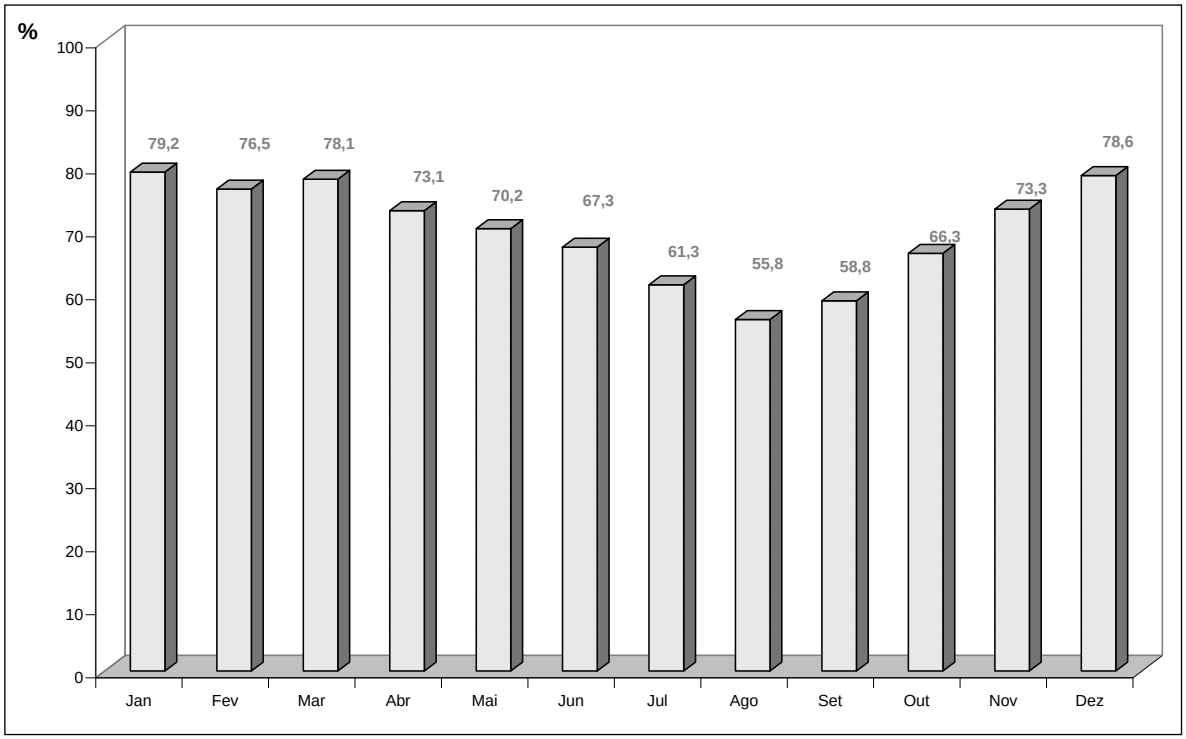
3.1.8 Umidade Relativa (%) média compensada.

A umidade relativa desempenha um papel importantíssimo na termo-regulação humana; nesse sentido, os valores extremos tornam-se desconfortáveis quando associados às temperaturas elevadas. A média da umidade relativa é 70% (Cf. Tabela 91, em anexo), a amplitude entre o maior e o menor é 49%. Porém, esse valor não reflete as variações do período da tarde, quando ocorrem índices abaixo de 30% (RIBEIRO, 2000).

O Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura (CEPAGRI) criou uma escala que é utilizada durante a primavera, quando são registrados baixos níveis de umidade relativa do ar, que acabam por refletir sobre a saúde humana. Nesses índices, foram considerados que os valores entre 20 e 30% são classificados (Estado de Atenção) entre 12% e 20% (Estado de Alerta) e abaixo de 12% (Estado de Emergência).

Baseando-se nesses dados, pode-se observar no Gráfico 21 que, nos período de inverno e início da primavera (julho a outubro) os índices médios da UR mínima na cidade oscilam entre valores apresentados.

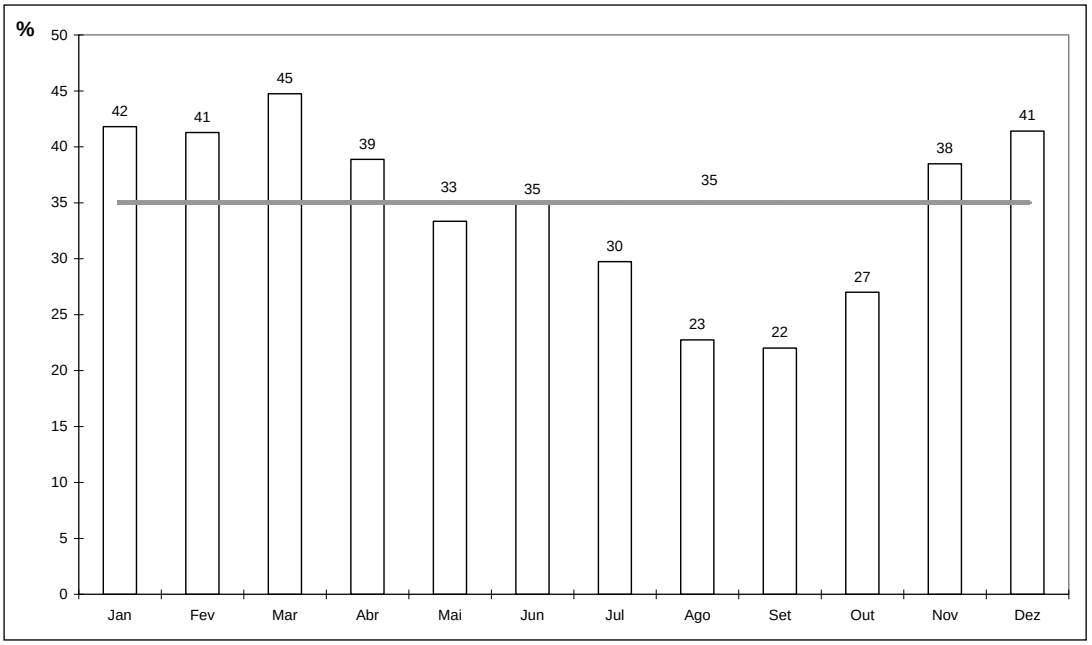
Gráfico 21: Umidade relativa (%) média mensal (1981-2011).



Org.: Silva (2012).

O Gráfico 22, apresenta os valores mínimos de umidade relativa na cidade de Uberlândia. Em uma análise mais aprofundada da Tabela 89 (em anexo), apresentam-se os valores mínimos registrados na cidade, dos quais se destacam 22% (em janeiro de 1999), 27% (em fevereiro de 2001), 21%, 16% e 12% respectivamente em junho, julho e agosto de 1996, 13% (setembro de 1997) e 12% e 10% respectivamente em setembro e outubro de 2011. Por esses valores pode-se verificar que os valores extremos mínimos relacionados aos valores classificados entre os estados de alerta e emergência estão se intensificando.

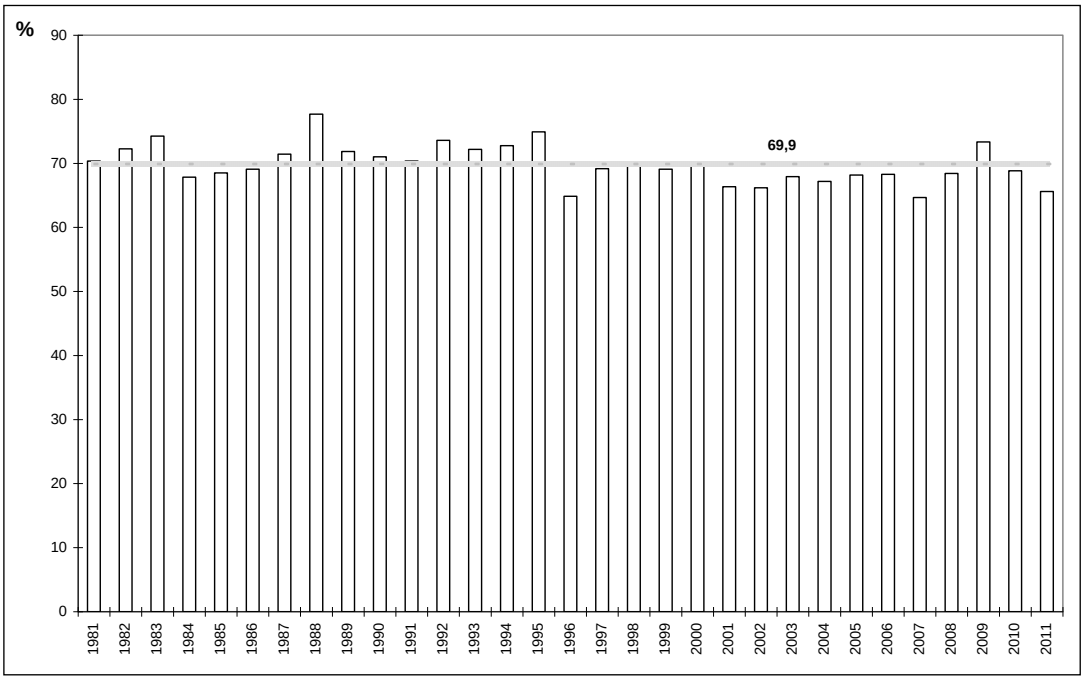
Gráfico 22: Umidade relativa (%) média das mínimas mensais (1997-2011).



Org.: Silva (2012).

A menor média registrada no período ocorre no mês de agosto (56%), e a maior ocorre nos meses de janeiro e dezembro (79%). Percebe-se que, durante sete meses, teve-se a variação entre 73% e 79% da umidade relativa.

Gráfico 23: Umidade Relativa (%) Anual (1981-2011).



Org.: Silva (2012).

Em relação às medidas de tendência dos dados relativos à umidade relativa, estas apresentam uma simetria nos valores: Média 69,9%, Moda 70,3 5 e Mediana 69,2 %; pela análise desses valores, em relação à dispersão, os valores não são representativos pois a Amplitude de 13% e um Desvio Padrão de 3,1% não demonstram claramente os valores diários inferiores a 20%, identificados na Tabela 89 (em anexo).

Tabela 21: Análise geoestatística da Umidade relativa anual.

Medidas de tendência central			**Medidas de dispersão**		
Média	Moda	Mediana	Amplitude	Variância	Desvio-padrão
69,9	70,3	69,2	13,0	9,4	3,1

Org.: Silva (2012).

Tabela 22: Amplitude mensal da umidade relativa média.

Mês	**Jan**	**Fev**	**Mar**	**Abr**	**Mai**	**Jun**	**Jul**	**Ago**	**Set**	**Out**	**Nov**	**Dez**
Máximo	85	85	85	86	83	82	75	72	74	83	88	86
Ano	*1985/86*	*1988*	*1994*	*1998*	*1988*	*1988*	*1988*	*1988*	*1992*	*1981*	*1981*	*1987*
Mínimo	68	68	66	61	64	60	52	43	39	54	60	73
Ano	*2006*	*2005*	*2007*	*1996*	*1996*	*2002/03*	*1996*	*2011*	*2004*	*2002*	*1997*	*1985*
Amplitude	***17,0***	***17,0***	***19,0***	***25,0***	***19,4***	***22,0***	***23,0***	***29,0***	***35,0***	***29,0***	***28,0***	***13,0***

Org.: Silva (2012).

Também associado à umidade relativa, a nebulosidade que será abordada no próximo tópico fornece uma parâmetro para a análise das mudanças climáticas, pois se percebe que esta diminui e acentua os efeitos das temperaturas extremas, principalmente durante o inverno e no início da primavera.

3.1.9 Nebulosidade

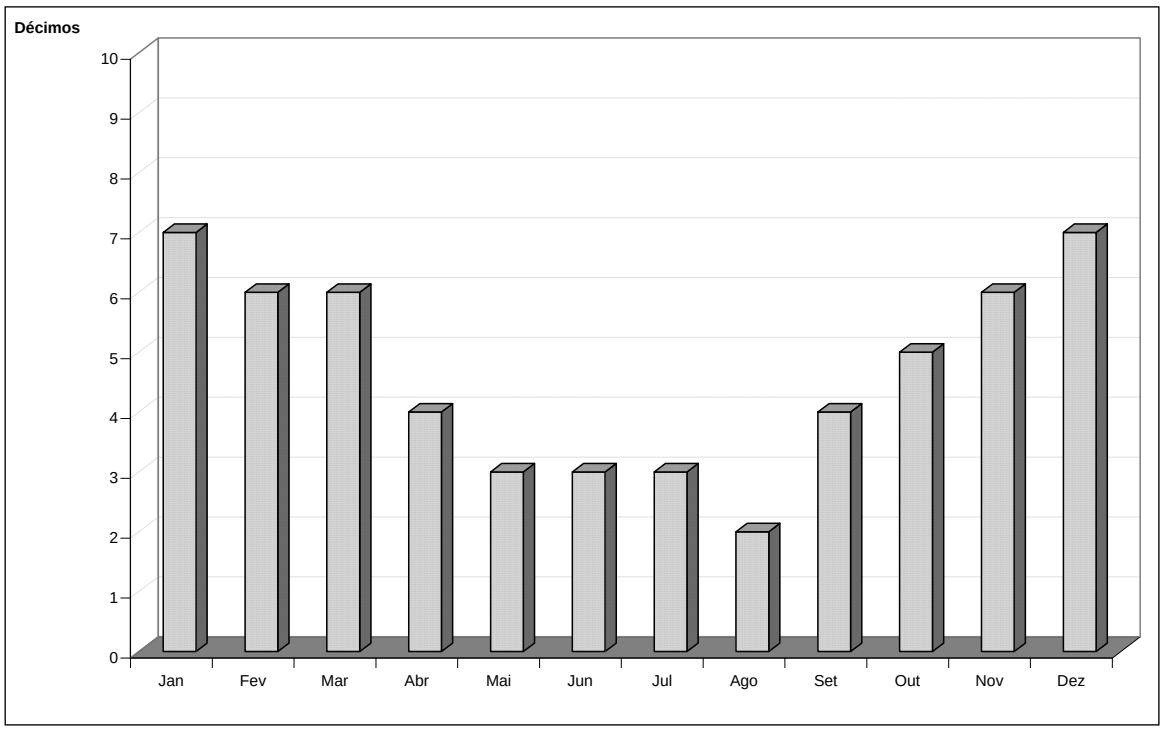
A cobertura das nuvens desempenha papel fundamental na regulação do fluxo de radiação na atmosfera e, principalmente, na superfície. Como apresentado no IPCC (2007), houve uma redução da nebulosidade em altos níveis comparando-se as décadas de 1980 e 1990.

A cobertura das nuvens desempenha papel fundamental na regulação do fluxo de radiação na atmosfera e, principalmente, na superfície. Como apresentado no IPCC (2007), houve uma redução da nebulosidade em altos níveis comparando-se as décadas de 1980 e 1990.

A nebulosidade média anual na cidade de Uberlândia é de 5 décimos; a maior média mensal é 7 décimos, nos meses de janeiro e dezembro. A menor nebulosidade ocorre no mês de agosto (2 décimos; Cf. Tabela 40 em anexo e Gráfico 25).

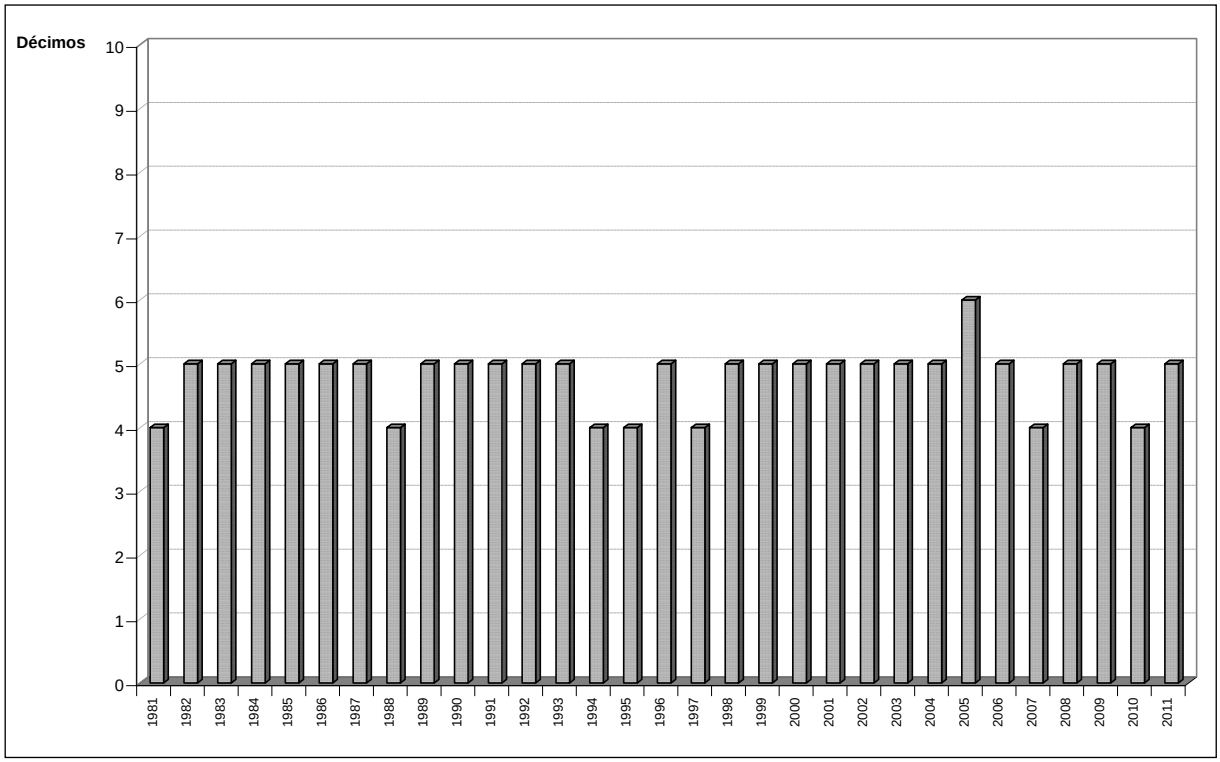
A maior nebulosidade, 9 décimos, ocorreu em janeiro de 1985; e a menor, com incidente na ausência de nuvens, em agosto de 1987 (Cf. Tabela 23). A nebulosidade no período do inverno é bem reduzida, o que explica a maior insolação no mesmo período, conforme já mencionado. A baixa nebulosidade também contribui para acentuar a incidência de radiação direta, responsável por amenizar as temperaturas no período de inverno.

Gráfico 24: Nebulosidade média mensal em Décimos.



Org.: Silva (2012).

Gráfico 25: Nebulosidade média Anual em Décimos



Org.: Silva (2012).

Tabela 23: Amplitude mensal da nebulosidade.

Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Máximo	9	8	8	6	5	4	4	5	7	7	7	8
Ano	*1985*	*1988*	*1991/2001*	*2003/04*	*1986 / 2001/04*	*1985 /2003*	*1986 / 2000*	*1986*	*1983*	*1983/88/92 2006/07*	*1981/87/92 2000 a 05/07/08*	*1982 a 84 1986/87 2005*
Mínimo	5	5	4	2	2	1	1	0	2	4	5	4
Ano	*1984*	*1985/98 2010*	*1999*	*1996*	*1988/89*	*1985 / 2008*	*1987/2008*	*1987*	*1981/88 2002*	*1986/89/97 2007*	*1986 /93*	*1987/2000*
Amplitude	*4,2*	*3,3*	*4,0*	*3,7*	*2,7*	*3,0*	*3,0*	*5,1*	*5,0*	*3,4*	*2,0*	*4,3*

Org.: Silva (2012).

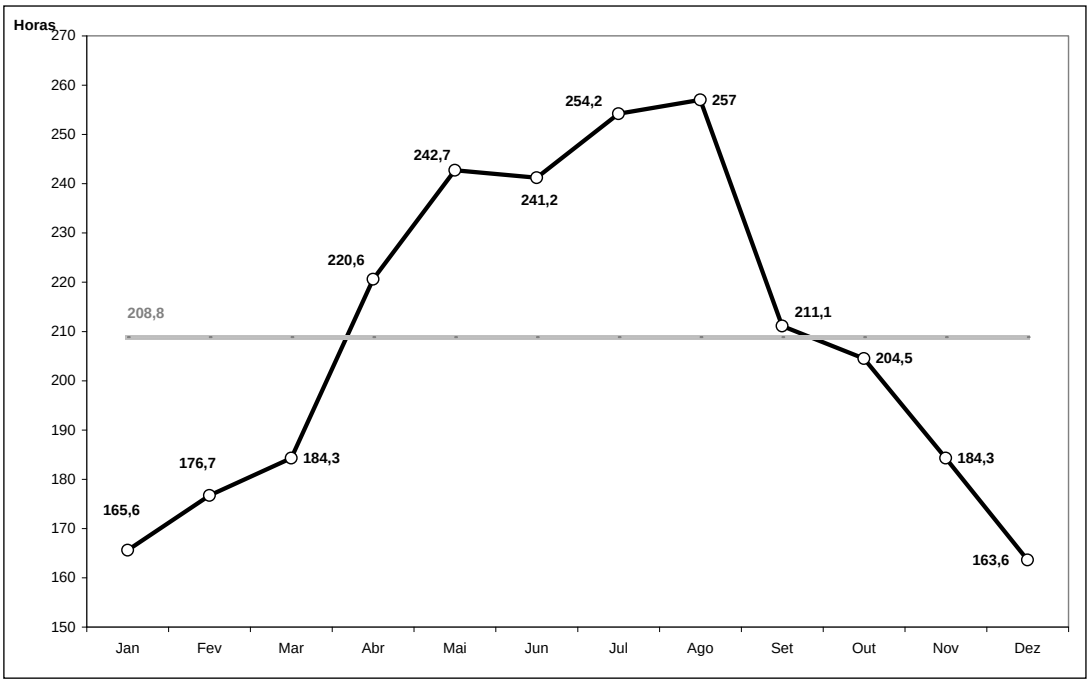
Como verificado, a diminuição da nebulosidade acaba por refletir diretamente sobre a insolação, principalmente durante o inverno, quando ocorre um aumento significativo.

3.1.10 Insolação

A insolação média mensal do período estudado é 208.8 horas; a maior média mensal ocorre em agosto (256.1 horas) e a menor em dezembro (163.6 horas). Os meses de abril a outubro apresentam uma insolação que varia de 11.8 até 47.3 horas, mantendo-se acima de 200 horas de insolação média (cf. Gráfico 26 e Tabela 95 em anexo).

A maior insolação foi 351.8 horas, registrada em junho de 2007, e a menor 105.2 horas, ocorrida em janeiro de 1985. A maior amplitude mensal registrada foi 181.7 horas, no mês de fevereiro, e a menor, 91.8 horas, em novembro (Cf. Tabela 24).

Gráfico 26: Insolação média mensal (1981-2011).



Org.: Silva (2012).

Tabela 24: Amplitude da Insolação média anual.

Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Máximo	228,6	288,3	268,3	276,9	289,6	351,8	310,7	313,7	276,0	259,6	233,0	285,2
Ano	*1984*	*1981*	*2007*	*2000*	*2000*	*2007*	*1998*	*2007*	*2007*	*1997*	*199*	*2010*
Mínimo	105,2	106,6	116,4	166,4	182,7	186,4	187,3	187,5	121,4	136,9	141,2	110
Ano	*1986*	*2008*	*1982*	*2008*	*1997*	*1997*	*2008*	*1986*	*1992*	*2006*	*1996*	*1983*
Amplitude	***123,4***	***181,7***	***151,9***	***110,5***	***106,9***	***165,4***	***123,4***	***126,2***	***154,6***	***122,7***	***91,8***	***175,2***

Org.: Silva (2012).

Segundo Del Grossi (1991, p. 142), a insolação aumenta consideravelmente nos meses de junho e julho, quando o tempo se apresenta claro e estável, ocorrendo uma diminuição com o início do período chuvoso, quando o tempo permanece por vários dias instáveis e nublados.

3.1.11 Ventos

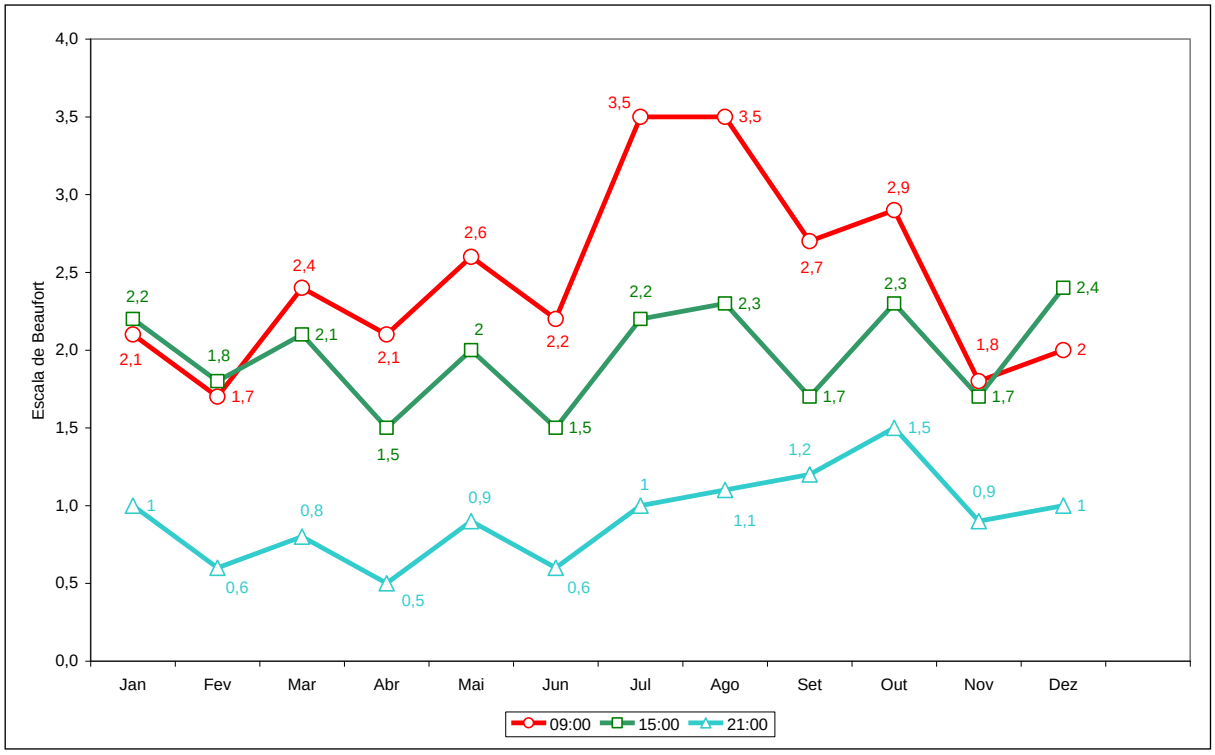
Resultado de movimento de massa de ar, os ventos são responsáveis pela distribuição da energia solar na atmosfera e sua velocidade está diretamente relacionada com a capacidade de deslocar partículas em suspensão. Outro papel atribuído ao vento é o processo de troca de gases, sendo a evaporação, evapotranspiração e a transpiração os mais conhecidos. Por critério de observação meteorológica, utiliza-se a Escala de Ventos de Beaufort, cujos valores podem ser observados no Quadro 7.

Quadro 7: Escala de ventos de Beaufort.

Registro	Tipo	Velocidade
0	Calmaria	0 a 1 Km/h
1	Bafabem	1 a 5 Km/h
2	Aragem	6 a 11Km/h
3	Vento fraco	12 a 19 km/h
4	Vento moderado	20 a 28 Km/h
5	Vento médio	29 a 38 Km/h
6	Vento médio forte	39 a 49 Km/h
7	Vento forte	50 a 61 Km/h
8	Vento muito forte	62 a 74 Km/h
9	Vento duro	75 a 88 Km/h
10	Vento muito duro	89 a 102 Km/h
11	Vento tempestuoso	103 a 117 Km/h
12	Furacão	acima de 117 km/h

Fonte: LCRH – UFU. 2012.

Gráfico 27: Velocidade dos Ventos (1981-2011) segundo a escala de Beaufort.



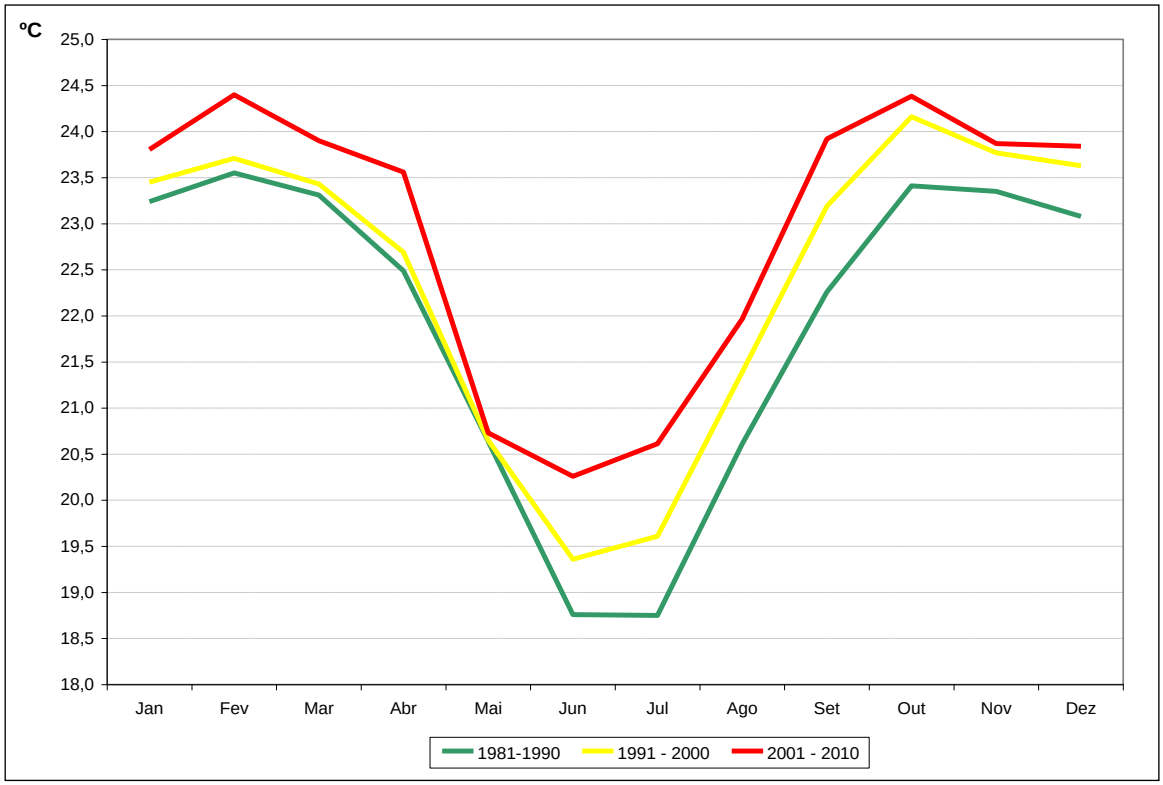
Org.: Silva (2012).

Considerando os resultados obtidos, afirma-se que os ventos na cidade são caracterizados pela alternância de estações úmidas e secas, produzidas pela alternância dos sistemas de circulação atmosférica, responsáveis pelas mudanças nos tipos de tempo no decorrer do ano.

3.2 Variação da temperatura e da chuva em Uberlândia (1981 – 2010)

A análise da oscilação e da temperatura média mensal na cidade demonstra que ocorreu um aumento em todos os meses com destaque para julho 1,9ºC, seguido por setembro 1,7ºC, a menor variação foi em maio, 0,1ºC (Cf. Gráfico 28). A variação média das máximas demonstrou que houve um aumento das médias em relação à década de 1980; contudo, os maiores valores ocorreram no período de 1991 a 2000, com exceção para os valores de setembro (Cf. Gráfico 29).

Gráfico 28: Temperatura Média mensal (1981-2010).



Org.: Silva (2012).

Gráfico 29: Temperatura Média das Máximas Mensais (1981-2010).



Org.: Silva (2012).

O Gráfico 30 apresenta os valores referentes à temperatura média das máximas absolutas mensais; observa-se que as variações foram mais heterogêneas: nos primeiros três meses os valores da década de 1991-2000 foram superiores (0,5ºC) ao período de 1981-2000, e que no mês de março a última década 2001-2010 apresentou uma redução de 0,5ºC. O aumento observado na última década ocorreu de agosto a outubro.

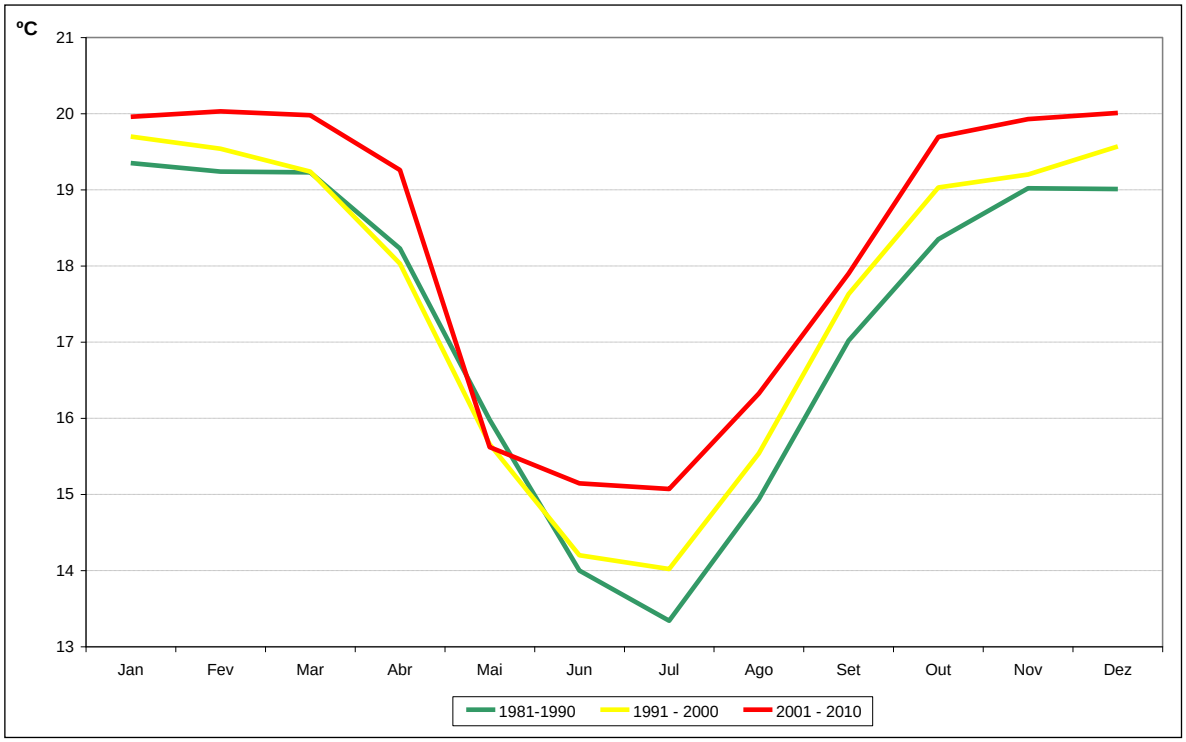
Os dados referentes às médias mensais das temperaturas mínimas demonstram que no primeiro período analisado (1981-1990) as médias eram menores e que nos meses de março a abril na década de 1990 foram inferiores. Também se percebe que houve uma redução de 0,4ºC nos valores mensais em maio, e um aumento nos valores médios de junho a dezembro, na última década, com destaque para outubro, com um aumento de 1,3ºC.

Gráfico 30: Temperatura Média das Máximas Absolutas Mensais (1981-2010).



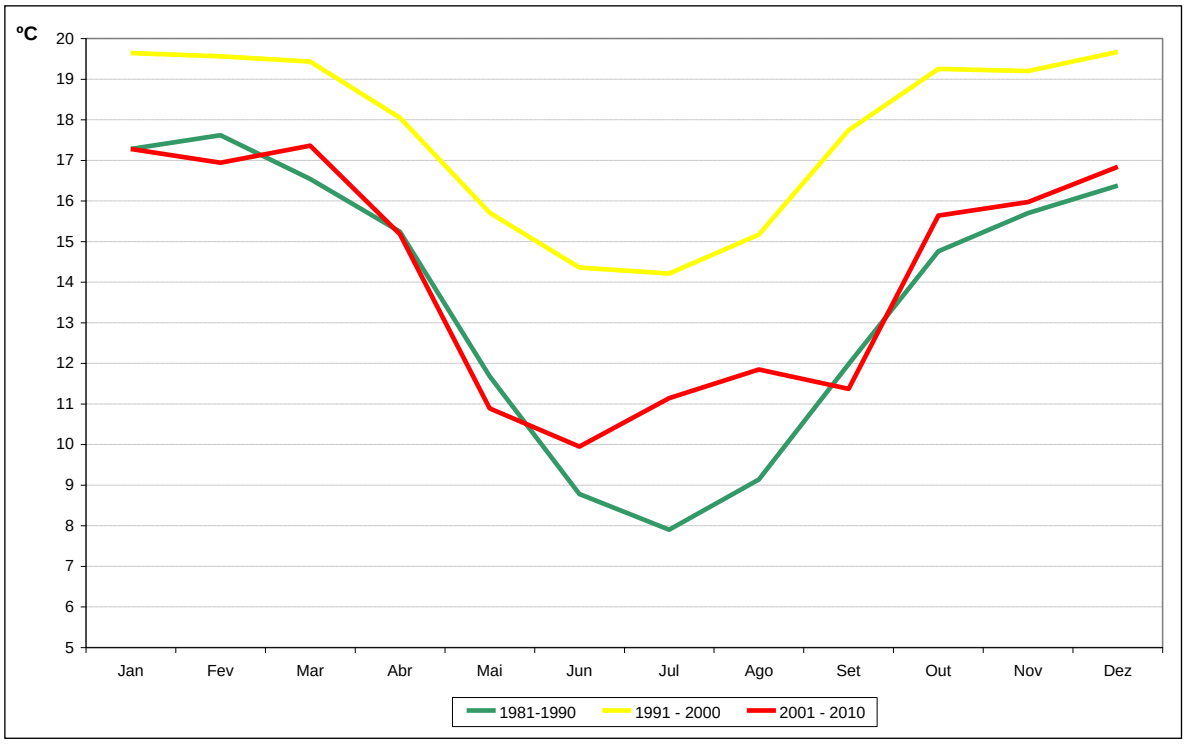
Org.: Silva (2012).

Gráfico 31: Temperatura Média das Máximas Absolutas Mensais (1981-2010).



Org.: Silva (2012).

Gráfico 32: Temperatura Média das Mínimas Absolutas Mensais (1981-2010).



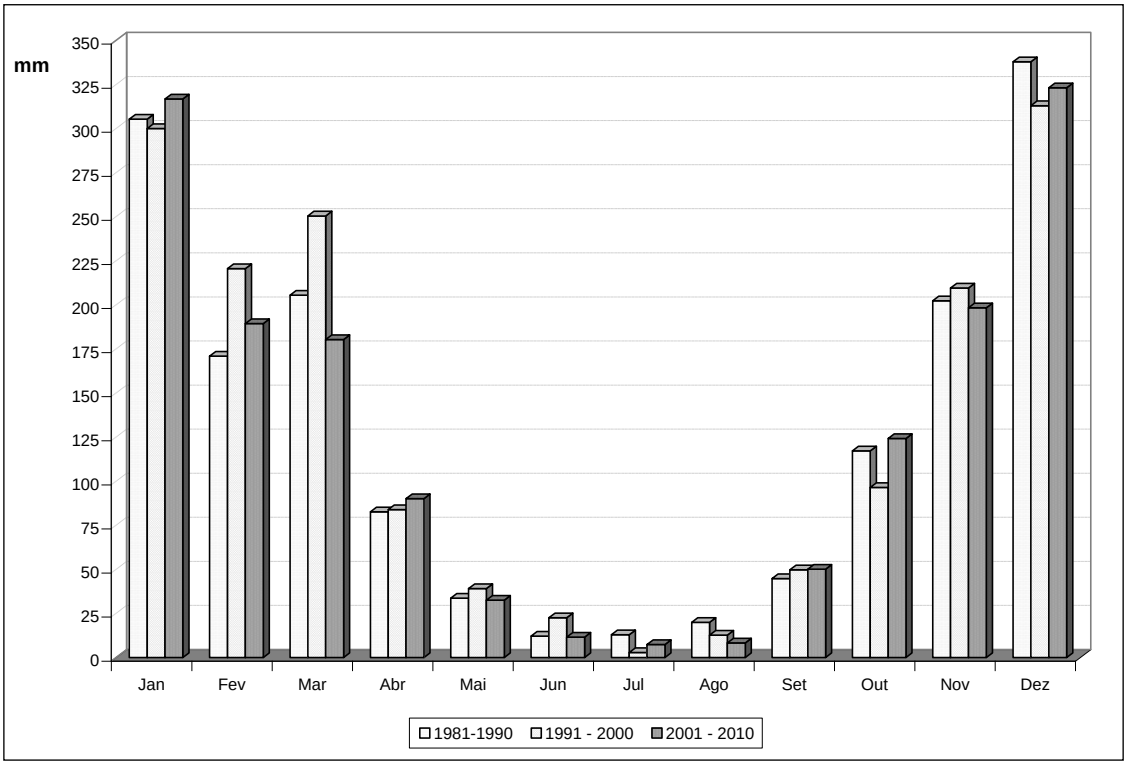
Org.: Silva (2012).

O Gráfico 32 apresenta as média referentes às temperaturas médias das mínimas absolutas, destaca-se nele, os valores médios referentes ao período de 1991 a 2000 onde todos os valores ficaram acima dos demais períodos analisados, também merece destaque os valores do último período (2001 a 2010) nos meses de maio demonstrando uma tendência de queda da temperatura resultado da penetração da *m*PA mais cedo e em prolongando a em setembro.

A análise referente à precipitação media nas últimas três décadas (Gráfico 33) demonstra que ocorreu redução nos meses de novembro e dezembro no período de (1991 – 2000) elevação nos totais de fevereiro, março e novembro e aumento no período (2001-2010) em janeiro, abril e outubro em relação às décadas anteriores.

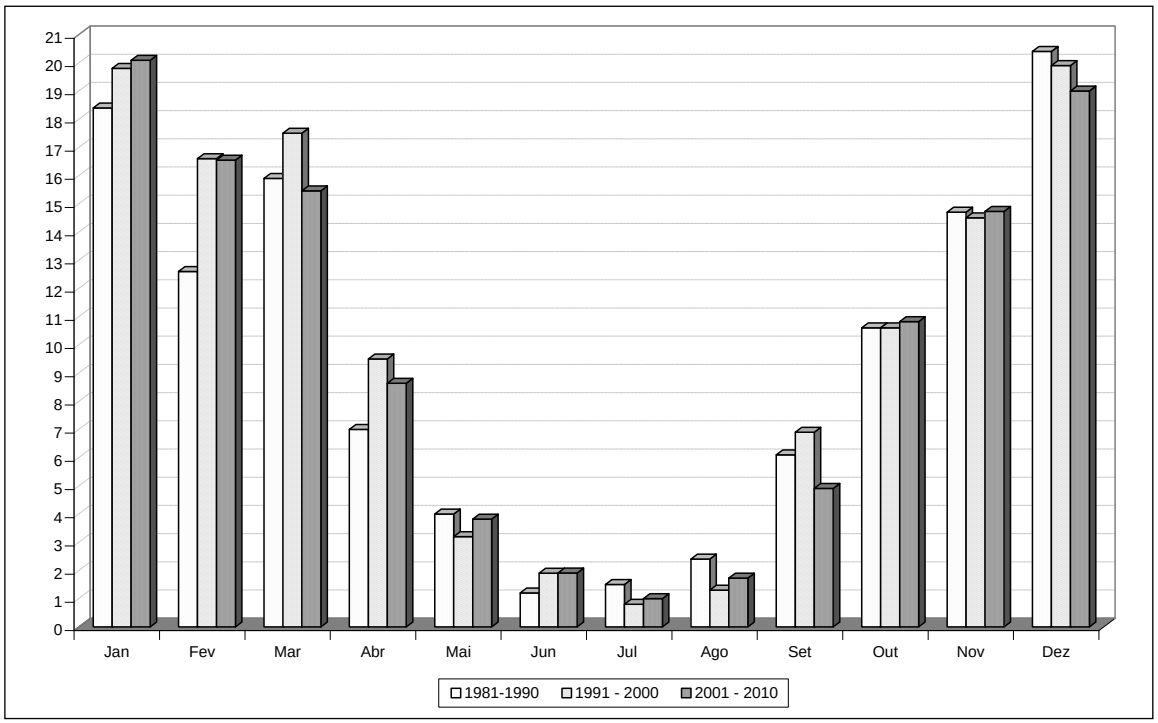
Observa-se que esse padrão de distribuição mensal das chuvas (Gráfico 34) indica o aumento das precipitações concentradas. Em janeiro um aumento médio de 2 dias, fevereiro em relação a década de 1980 aumentou 4 dias de precipitação, em março o aumento ocorreu no período de 1991 a 2000 e diminuiu no período seguinte o que indica a tendência de intensificação dos totais em 24h. Nos demais meses houve uma regularidade na distribuição média do número de dias com chuva que fica melhor identificada na Tabela 84 (em anexo) com os torais mensais.

Gráfico 33: Precipitação Média Mensal (1981-2010).



Org.: Silva (2012).

Gráfico 34: Média de números de dias com chuva (1981-2010).

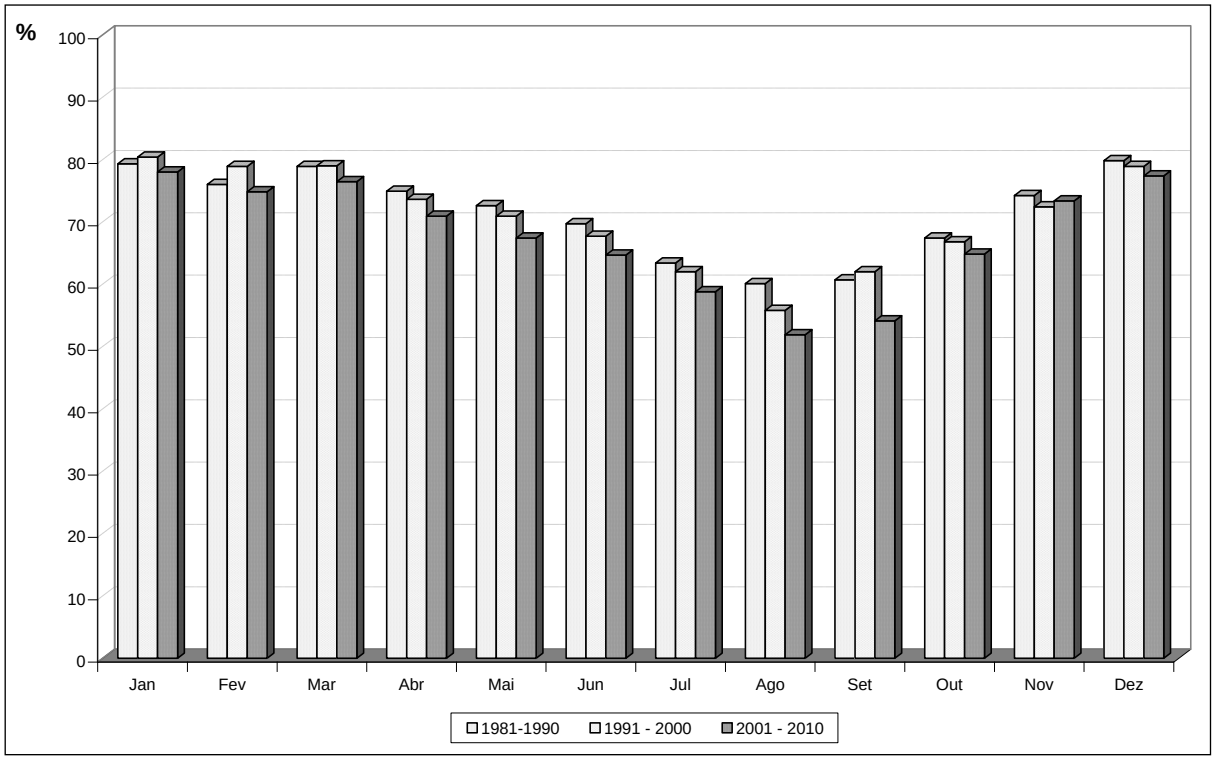


Org.: Silva (2012).

Pelo exposto nas análises das precipitações, observa-se que o comportamento tem oscilado nas últimas décadas tanto nos totais mensais e anuais, como pode ser observado nos Gráficos 33 e 34, essas oscilações tendem a ser associadas a oscilações como o ENOS em escala global, mas também não podem ser destacadas as modificações associadas à ação antrópica em meso e micro escalas.

O Gráfico 35 apresenta a variação da Umidade Relativa, apesar das médias apresentarem variações inferiores a 10%, fica nítido a diminuição dos índices, com exceções, a saber: janeiro, fevereiro, março e setembro de 1991 a 2000, fato também associado ao aumento da precipitação pra esses meses como já mencionado.

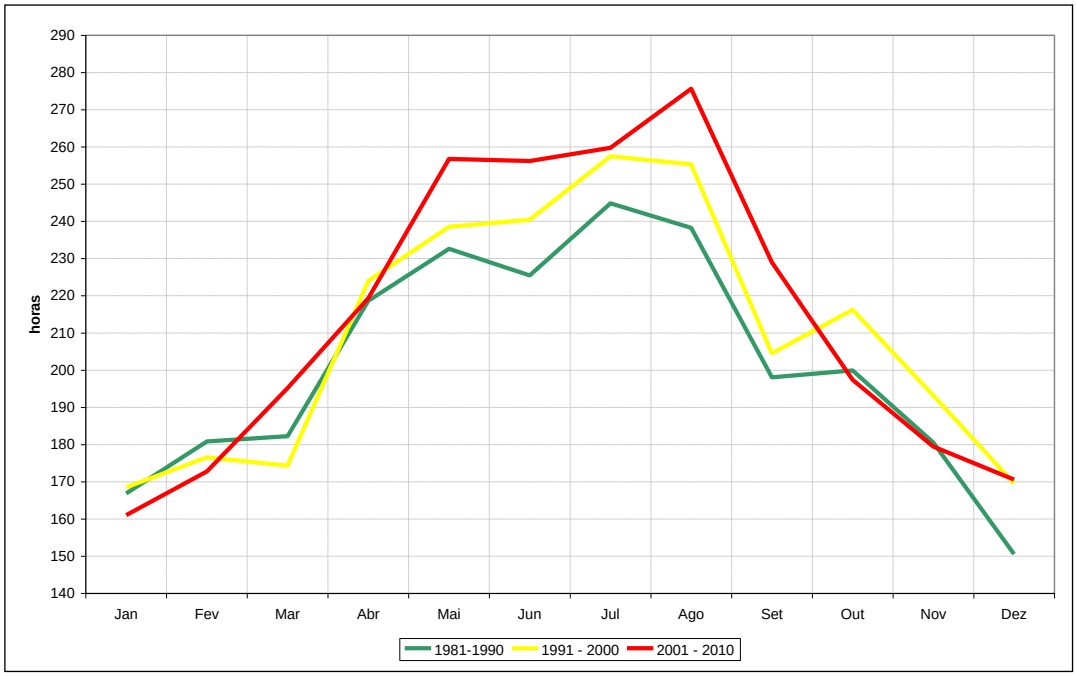
Gráfico 35: Umidade Relativa (%) (1981-2010).



Org.: Silva (2012).

O Gráfico 36 demonstra que, nos dados referentes à insolação, observa-se nitidamente haver nos primeiros quatro meses do ano uma grande variação: no período mencionado, a década de 1990 foi menor que na década anterior, fato associado ao aumento de precipitação registrado nesse período. De abril a setembro, houve uma redução visível da insolação na última década analisada, demonstrando a diminuição da nebulosidade resultante também da acentuação do período seco, com a diminuição de precipitações esporádicas desse período.

Gráfico 36: Variação da insolação 1981-2010.



Org.: Silva (2012).

Com vistas a fazer uma análise mais estatística para os dados apresentados anteriormente, o próximo tópico tratará da análise da tendência térmica e pluviométrica com vistas a verificar as oscilações dos mesmos nos últimos 31 anos.

3.3 Análise de tendência térmica e pluviométrica na cidade de Uberlândia

As alterações climáticas globais e as produzidas pelas cidades são amplamente discutidas em diversos trabalhos como Lombardo (1985, 2003), Grilo (1993), Sartori (1993), Conti (1998), Sant'Ana Neto (2002), Amorim (2002), Gonçalves (2003), Mendonça (1994, 2003), Danni-Oliveira (2007). Todos esses estudos envolveram a temática clima urbano utilizando diferentes expressões para descrever as variações no clima, tais como: variabilidade climática, flutuação climática, tendência climática, ciclo climático e mudança climática, referem-se a algumas escalas temporais apropriadas, sendo válidas apenas quando aplicadas em tais escalas. Como se sabe, o clima não é constante e nem sempre foi como hoje é vivenciado. Essa afirmativa pode ser comprovada pelos registros de mudanças climáticas

globais e, em particular, os regionais, que mostram periodicidades de anos a séculos, durante os quais o clima foi sistematicamente variável (MINUZZI, 2010).

Estudos climatológicos em escala local têm como objetivo caracterizar o estado médio da atmosfera em um determinado espaço de tempo. Nobre e outros (1991) comentam que as mudanças antropogênicas vêm causando severas modificações no atual estado do clima, e tem sido alvo de vários estudos sobre aquecimento global, mudanças climáticas e cenários futuros, através do uso de modelos de circulação geral de grande escala. Porém, como comenta Black (2001), as mudanças observadas sobre o clima global ainda não são suficientes para imputar ao homem a culpa pelo aquecimento global. Contudo, é inegável que este influa diretamente na alteração da frequência e distribuição das chuvas e na ausência das mesmas.

A análise climática realizada tendo a tendência como o foco de análise traz uma crítica amena do clima, fazendo observações das médias dos acréscimos e decréscimos no período de registro. Yevjevich (1972), ao observar uma série temporal, definiu a tendência como uma mudança sistemática nos parâmetros das amostras periódicas ou quase periódicas.

Rodrigues e outros (2011) destacam que a oscilação climática é a flutuação na qual a variável tende a mover-se gradualmente e de forma suave entre as variações dos eventos máximos e mínimos. A tendência climática caracteriza-se, então, como uma mudança climática por um suave acréscimo ou decréscimo nos valores médios no período de registro. A mudança climática é abrupta e permanente, durante o período de registro, de um valor médio para outro.

Nesse sentido, ao aplicar o teste de Mann-Kendall, busca-se entender a variabilidade temporal dos dados mensais em séries de precipitação, nas temperaturas médias, nas médias das máximas e mínimas mensais. Goossens; Berger (1986) consideram que o teste de Mann-Kendall é o método mais apropriado para analisar mudanças climáticas em séries climatológicas e permite também a detecção e localização aproximada do ponto inicial de determinada tendência.

Para analisar as tendências das variáveis climáticas (precipitação, temperaturas médias e médias das máximas e mínimas e temperaturas absolutas máximas e mínimas) na cidade de Uberlândia, considerou-se o período de 1981 a 2011, e os resultados podem ser observados na Tabela 24 e no Gráfico 37.

Tabela 25: Análise de tendência para temperatura média e precipitação.

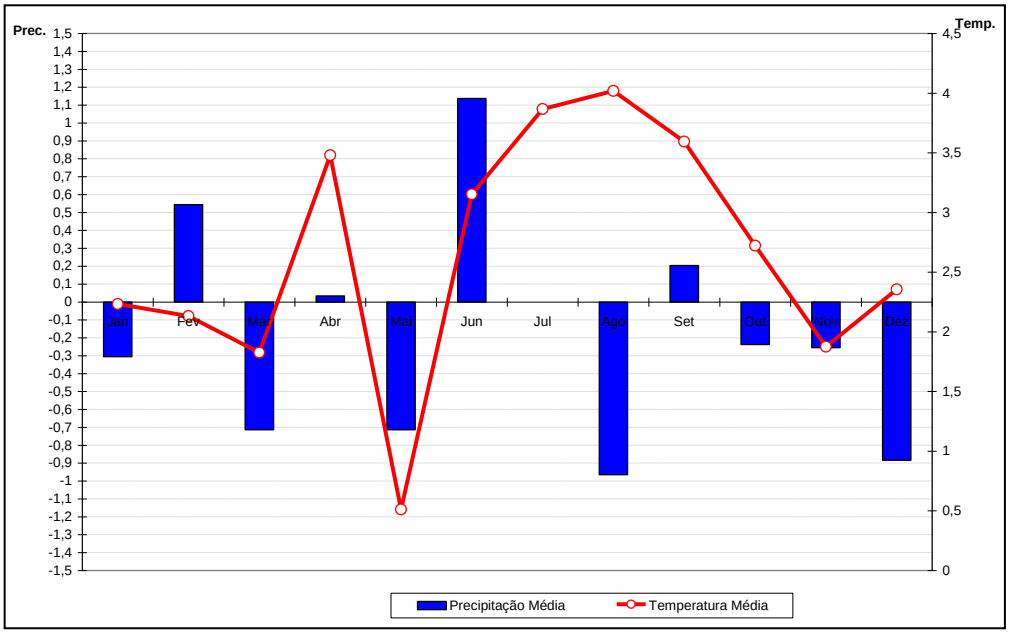
Meses	Temperatura Média		Precipitação	
	Z Calculado	Tendência α =0,05	Z Calculado	Tendência α =0,05
Jan	2,23332	S+	-0,30594	NS
Fev	2,13185	S+	0,543885	NS
Mar	1,82628	S+	-0,71385	NS
Abr	3,48003	S+	0,033993	NS
Mai	0,512017	NS	-0,71385	NS
Jun	3,15209	S+	1,13697	NS
Jul	3,86732	S+	0	NS
Ago	4,0189	S+	-0,96506	NS
Set	3,59334	S+	0,203957	NS
Out	2,72284	S+	-0,23795	NS
Nov	1,87558	S+	-0,25495	NS
Dez	2,35505	S+	-0,88381	NS

NS = Tendência não significativa; S+ = Tendência significativa positiva;
S - = Tendência significativa negativa.

Org.: Silva (2012).

O teste de Mann-Kendall para as médias mensais de temperatura, com exceção do mês de maio, em todos os demais, apresentou tendência significativa positiva com os valores de Z mais representativos nos meses junho, julho e agosto. Em relação à precipitação, o teste não apresentou *tendência não significativa* de redução; contudo, com exceção dos meses de abril, junho e setembro, nos demais os valores de Z apresentaram-se negativos em sete meses.

Gráfico 37: Teste de Mann-Kendall – Temperatura média e precipitação (1981-2011).



Org.: Silva (2012).

Para as temperaturas médias das mínimas e máximas, o teste de Mann-Kendall apresentou resultados variáveis. Para a temperatura média das mínimas, com exceção do mês de maio, nos demais houve tendência significativa positiva, cujos valores de Z variaram de 1,8 em novembro a 3,9 em dezembro. Já em relação às médias das máximas, somente nos meses de julho e agosto apresentaram tendência significativa positiva, respectivamente 1,9 e 2,9. Contudo, os valores de Z apresentaram-se negativos nos meses de fevereiro e março, nos demais os valores foram positivos, porém abaixo do limite de 1,6, que é o parâmetro limite considerado para classificar o aumento.

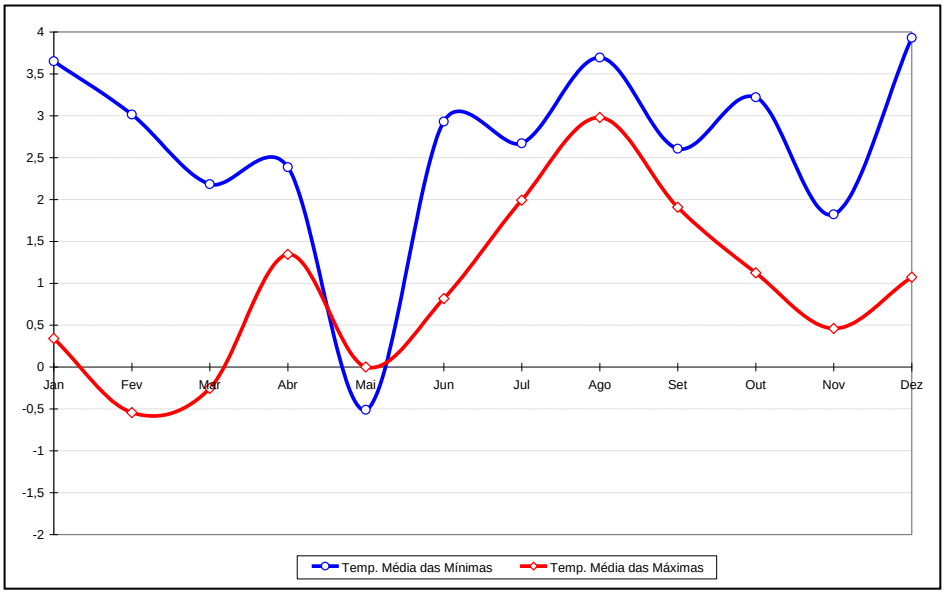
Tabela 26: Análise de tendência para média das temperaturas mínimas e máximas.

Meses	Temp. Média das Mínimas		Temp. Média das Máximas	
	Z Calculado	Tendência α =0,05	Z Calculado	Tendência α =0,05
Jan	3,64991	S+	0,340783	NS
Fev	3,01461	S+	-0,54457	NS
Mar	2,18333	S+	-0,2554	NS
Abr	2,38594	S+	1,34512	NS
Mai	-0,51137	NS	0	NS
Jun	2,92903	S+	0,817799	NS
Jul	2,67037	S+	1,99156	S+
Ago	3,69481	S+	2,97969	S+
Set	2,6061	S+	1,90764	S+
Out	3,22055	S+	1,12426	NS
Nov	1,82345	S+	0,459856	NS
Dez	3,93005	S+	1,07217	NS

NS = Tendência não significativa; S+ = Tendência significativa positiva;
S - = Tendência significativa negativa.

Org.: Silva (2012).

Gráfico 38: Teste de Mann-Kendall – Temperatura média mínima e máxima (1981-2011).



Org.: Silva (2012).

A análise feita pelo teste de Mann-Kendall para as temperaturas absolutas demonstram que, para as mínimas, os resultados apresentaram *Tendência não significativa* para todos os meses. No entanto, nos meses de abril, maio e novembro os valores de Z fora negativos. Já em relação às máximas absolutas, o teste revelou que em julho, setembro e outubro houve tendência positiva com valores variando de 1,66 a 2,5. O Gráfico 39 demonstra que nos meses de fevereiro e março os valores de Z apresentaram-se negativos, porém não representativos.

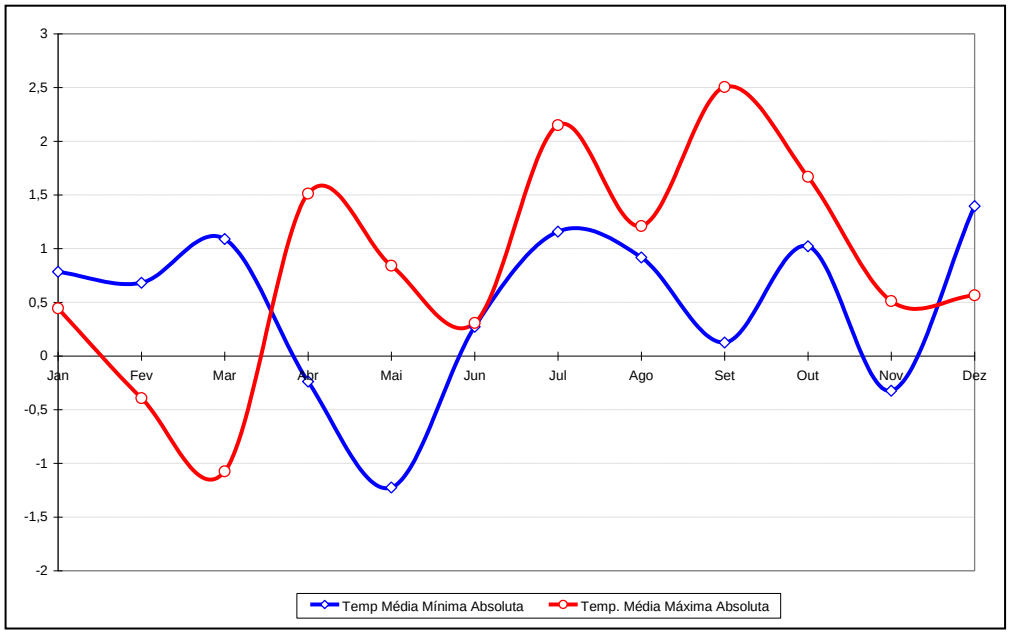
Tabela 27: Análise de tendência para média das temperaturas mínimas e máximas absolutas.

Meses	Temp. Média Mínima Absoluta		Temp. Média Máxima Absoluta	
	Z Calculado	Tendência α =0,05	Z Calculado	Tendência α =0,05
Jan	0,784864	NS	0,443662	NS
Fev	0,681829	NS	-0,39188	NS
Mar	1,08977	NS	-1,07497	NS
Abr	-0,23848	NS	1,51223	NS
Mai	-1,22457	NS	0,840261	NS
Jun	0,272389	NS	0,30718	NS
Jul	1,15799	NS	2,15026	S+
Ago	0,918072	NS	1,21042	NS
Set	0,124987	NS	2,50573	S+
Out	1,02106	NS	1,66887	S+
Nov	-0,32357	NS	0,511075	NS
Dez	1,39626	NS	0,564673	NS

NS = Tendência não significativa; S+ = Tendência significativa positiva;
S - = Tendência significativa negativa.

Org.: Silva (2012).

Gráfico 39: Teste de Mann-Kendall – Temperatura média mínima e máxima absoluta (1981-2011).



Org.: Silva (2012).

Como observado, verificou-se uma tendência de variação relacionada aos eventos extremos, no próximo tópico serão analisadas as frequências e o período de retorno dos eventos extremos relacionados às precipitações intensas.

3.4 Análise da frequência (f), e período de retorno (t) das precipitações anuais e totais e em 24h.

A precipitação é um fenômeno que tem sua distribuição espacial irregular ao longo do espaço. Portanto, para conhecer sua espacialização, o conhecimento de sua frequência de ocorrência e de seus totais apresenta-se como uma ferramenta eficaz na previsão de eventos extremos.

Valente; Gomes (2005, p. 59) definem a frequência como sendo "o número de vezes que uma determinada chuva ocorre em um certo período de tempo". Do mesmo modo, associam o período de retorno como o "inverso da frequência, ou seja, o intervalo de tempo necessário para a repetição de certa chuva".

Tabela 28: Distribuição anual das chuvas.

Ano	Chuva Anual (mm)	Ano	Chuva Anual (mm)
1981	1503,6	**1997**	1813,3
1982	2220,1	**1998**	1317,1
1983	1963,0	**1999**	1128,9
1984	1288,0	**2000**	1840,2
1985	1626,6	**2001**	1382,2
1986	1563,1	**2002**	1490,9
1987	1440,0	**2003**	1635,6
1988	1486,0	**2004**	1555,1
1989	1367,5	**2005**	1474,3
1990	1001,1	**2006**	1859,6
1991	1788,6	**2007**	1531,6
1992	1993,9	**2008**	1703,3
1993	1541,4	**2009**	1436,3
1994	1478,9	**2010**	1258,2
1995	1652,4	**2011**	1426,4
1996	1459,9	**Média**	**1555,7**

Org.: Silva (2012).

A análise da frequência e o período de retorno dos totais anuais (Tabelas 28 e 29) demonstram que a média do período de 31 anos é 1555,7 mm. Classificando esses dados em

intervalos de classes, pode-se constatar que as classes de 1400-1500 nos quais se enquadram os anos de 1987, 1988, 1994, 1996, 2002, 2005, 2009 e 2011; os anos de 1981, 1986, 1993, 1995, 2004 e 2007 pertencem à de 1500-1600 mm e estas duas representam 42% das ocorrências no período analisado. Observa-se também que o maior registro 2220.1 mm tem um período de retorno de aproximadamente 31 anos.

Tabela 29: Frequência (F) e Período de retorno (T) das chuvas totais anuais na cidade de Uberlândia (1981-2011).

Precipitação	Frequência	Período de Retorno
1000 - 1100	1	31
1100 - 1200	1	31
1200 - 1300	2	16
1300 - 1400	3	10
1400 - 1500	8	4
1500 - 1600	5	6
1600 - 1700	3	10
1700 - 1800	2	16
1800 - 1900	3	10
1900 - 2000	2	16
2000 - 2100	-	-
2100 - 2200	-	-
2200 - 2300	1	31

Org.: Silva (2012).

Quadro 8: Precipitação máxima 24h em Janeiro.

Ano	Jan	Ano	Jan	Ano	Jan
1981	49,5	**1992**	54,0	**2003**	73,6
1982	94,4	**1993**	35,4	**2004**	77,7
1983	126,8	**1994**	66,8	**2005**	54,8
1984	77,2	**1995**	56,6	**2006**	59,6
1985	65,8	**1996**	38,0	**2007**	83,7
1986	49,8	**1997**	52,1	**2008**	48,9
1987	45,0	**1998**	46,5	**2009**	51,3
1988	30,4	**1999**	55,0	**2010**	42,2
1989	45,4	**2000**	84,7	**2011**	51,0
1990	60,6	**2001**	59,7	/////	/////
1991	60,4	**2002**	147,0	/////	/////

Org.: Silva (2012).

Tabela 30: Frequência e Período de retorno para o mês de Janeiro (1981-2011).

Precipitação	Frequência	Período de Retorno
30 - 40	3	10
40 - 50	7	4
50 - 60	9	3
60 - 70	4	8
70 - 80	3	10
80 - 90	2	16
90 - 100	1	31
100 - 120	-	-
120 - 130	1	31
130 - 140	-	-
140 - 150	1	31

Org.: Silva (2012).

O Quadro 8 e a Tabela 30 apresentam os valores máximos de precipitação em 24h, para o mês de janeiro, onde se destacam os valores do ano de 1983 e 2002, com os maiores registros tendo um período de retorno de 31 ambos.

A análise para o mês de fevereiro (Quadro 9 e Tabela 31) apresentam as frequências dos intervalos de classes 30-40 a 40-50 mm, que representam 52% dos dados registrados, cujo período de retorno são mais atuantes de 3 em 3 anos. Já os valores extremos, acima dos 60 mm, apresentam período de retorno a cada 16 anos.

Quadro 9: Precipitação máxima 24h em Fevereiro.

Ano	Fev	Ano	Fev	Ano	Fev
1981	24,8	**1992**	83,6	**2003**	22,0
1982	52,7	**1993**	66,4	**2004**	46,0
1983	44,6	**1994**	24,8	**2005**	33,2
1984	17,0	**1995**	88,2	**2006**	37,4
1985	35,8	**1996**	27,0	**2007**	70,2
1986	33,0	**1997**	48,4	**2008**	33,0
1987	61,4	**1998**	31,5	**2009**	42,8
1988	45,4	**1999**	44,0	**2010**	37,1
1989	45,2	**2000**	40,6	**2011**	37,5
1990	57,6	**2001**	40,2	/////	/////
1991	37,9	**2002**	79,8	/////	/////

Org.: Silva (2012).

Tabela 31: Frequência e Período de retorno para o mês de Fevereiro (1981-2011).

Precipitação	Frequência	Período de Retorno
10 - 20	1	31
20 - 30	4	8
30 - 40	9	3
40 - 50	9	3
50 - 60	2	16
60 - 70	2	16
70 - 80	2	16
80 - 90	2	16

Org.: Silva (2012).

Quadro 10: Precipitação máxima 24h em Março.

Ano	Mar	Ano	Mar	Ano	Mar
1981	37,0	**1992**	33,3	**2003**	60,5
1982	50,2	**1993**	29,8	**2004**	69,7
1983	69,3	**1994**	76,4	**2005**	51,4
1984	54,8	**1995**	53,4	**2006**	51,0
1985	44,0	**1996**	36,2	**2007**	20,2
1986	41,2	**1997**	96,6	**2008**	45,5
1987	45,0	**1998**	18,0	**2009**	31,9
1988	96,3	**1999**	42,4	**2010**	31,4
1989	28,2	**2000**	90,8	**2011**	51,6
1990	52,3	**2001**	52,0	/////	/////
1991	64,8	**2002**	19,4	/////	/////

Org.: Silva (2012).

Tabela 32: Frequência e Período de retorno para o mês de Março (1981-2011).

Precipitação	Frequência	Período de Retorno
10 - 20	2	16
20 - 30	3	10
30 - 40	5	6
40 - 50	5	6
50 - 60	8	4
60 - 70	4	8
70 - 80	1	31
80 - 90	-	-
90 - 100	3	10

Org.: Silva (2012).

No mês de março, há uma redução natural na quantidade de dias chuvosos, porém os totais pluviométricos aumentaram significativamente ao analisarmos as últimas décadas (Tabela 86, em anexo). Também se verifica um aumento nas precipitações concentradas em 24h; a frequência de ocorrência de precipitações de 30 a 60 mm (Quadro 11 e Tabela 32) representam 52% dos totais mensais.

No mês abril, as precipitações concentradas apresentam períodos de retorno mais frequentes, de 3 a 4 anos, com totais em 24h variando de 20 a 40 mm (Cf. Quadro 11 e Tabela 33).

Quadro 11: Precipitação máxima 24h em Abril.

Ano	Abr	Ano	Abr	Ano	Abr
1981	28,2	**1992**	32,0	**2003**	31,2
1982	32,2	**1993**	35,4	**2004**	36,2
1983	21,0	**1994**	13,6	**2005**	7,3
1984	25,6	**1995**	21,6	**2006**	27,5
1985	37,6	**1996**	19,2	**2007**	17,6
1986	47,2	**1997**	69,6	**2008**	59,5
1987	52,8	**1998**	27,3	**2009**	24,5
1988	31,0	**1999**	35,2	**2010**	65,4
1989	26,0	**2000**	47,2	**2011**	56,8
1990	11,9	**2001**	12,0	/////	/////
1991	69,0	**2002**	28,5	/////	/////

Org.: Silva (2012).

Tabela 33: Frequência e Período de retorno para o mês de Abril (1981-2011).

Precipitação	Frequência	Período de Retorno
0 - 10	1	31
10 - 20	5	6
20 - 30	9	3
30 - 40	8	4
40 - 50	2	16
50 - 60	3	10
60 - 70	3	10

Org.: Silva (2012).

Quadro 12: Precipitação máxima 24h em Maio.

Ano	Mai	Ano	Mai	Ano	Mai
1981	15,1	**1992**	12,8	**2003**	24,2
1982	40,6	**1993**	23,0	**2004**	5,0
1983	25,6	**1994**	16,8	**2005**	33,4
1984	19,4	**1995**	60,8	**2006**	3,8
1985	18,9	**1996**	32,5	**2007**	10,6
1986	19,2	**1997**	15,0	**2008**	52,3
1987	18,8	**1998**	40,0	**2009**	46,5
1988	27,0	**1999**	9,2	**2010**	7,5
1989	3,2	**2000**	0,0	**2011**	1,8
1990	29,6	**2001**	18,4	/////	/////
1991	3,7	**2002**	17,1	/////	/////

Org.: Silva (2012).

Tabela 34: Frequência e Período de retorno para o mês de Maio (1981-2011).

Precipitação	Frequência	Período de Retorno
0 - 1	1	31
1 - 10	7	4
10 - 20	11	3
20 - 30	5	6
30 - 40	2	16
40 - 50	3	10
50 - 60	1	31
60 - 70	1	31

Org.: Silva (2012).

Em maio, mês de transição para o início do período seco, eventualmente ocorre o prolongamento do período chuvoso, ocasionando precipitações concentradas com períodos de retorno mais frequentes, de 3 a 4 anos, com totais variando de 20 a 40 mm (Cf. Quadro 12 e Tabela 34).

Normalmente, os meses de junho, julho, agosto e setembro são caracterizados pela ausência de chuvas; contudo, sob certas condições, como a aproximação de uma frente fria associada a altas temperaturas resultante da pouca nebulosidade característica da região de cerrado durante o inverno, estas tendem a ocorrer.

Outros fenômenos climáticos influem, alterando a dinâmica climática desse período como o El Niño identificado nos anos de 1981, 1982, 1993, 1997 e 1998, cuja atuação resultou em precipitações acima de 30 mm, como enfocado nessa tese, possui potencial para

causarem impactos na cidade. Cabe ressaltar que as precipitações acima de 50 mm tem período de retorno a cada 16 anos (Cf. Quadro 13 e Tabela 35).

Quadro 13: Precipitação máxima 24h em Junho.

Ano	Jun	Ano	Jun	Ano	Jun
1981	51,4	**1992**	0,0	**2003**	0,0
1982	40,0	**1993**	43,2	**2004**	14,0
1983	19,4	**1994**	4,0	**2005**	19,0
1984	0,0	**1995**	2,6	**2006**	1,5
1985	0,0	**1996**	6,3	**2007**	23,2
1986	0,0	**1997**	56,0	**2008**	7,1
1987	10,0	**1998**	33,8	**2009**	3,9
1988	5,4	**1999**	8,8	**2010**	5,3
1989	0,0	**2000**	0,0	**2011**	16,6
1990	0,0	**2001**	1,3	/////	/////
1991	0,0	**2002**	0,0	/////	/////

Org.: Silva (2012).

Tabela 35: Frequência e Período de retorno para o mês de Junho (1981-2011).

Precipitação	Frequência	Período de Retorno
0 - 1	10	3
1 - 10	10	3
10 - 20	5	6
20 - 30	1	31
30 - 40	1	31
40 - 50	2	16
50 - 60	2	16

Org.: Silva (2012).

Quadro 14: Precipitação máxima 24h em Julho.

Ano	Jul	Ano	Jul	Ano	Jul
1981	0,0	**1992**	0,0	**2003**	1,2
1982	19,0	**1993**	0,0	**2004**	19,0
1983	0,0	**1994**	9,4	**2005**	0,0
1984	0,0	**1995**	1,6	**2006**	0,0
1985	0,0	**1996**	5,5	**2007**	17,4
1986	0,8	**1997**	0,0	**2008**	0,0
1987	0,0	**1998**	0,0	**2009**	8,5
1988	0,0	**1999**	0,0	**2010**	1,6
1989	39,6	**2000**	8,4	**2011**	0,0
1990	23,2	**2001**	0,0	/////	/////
1991	0,0	**2002**	1,3	/////	/////

Org.: Silva (2012).

Tabela 36: Frequência e Período de retorno para o mês de Julho (1981-2011).

Precipitação	Frequência	Período de Retorno
0 - 1	18	2
1 - 10	8	4
10 - 20	3	10
20 - 30	1	31
30 - 40	1	31

Org.: Silva, 2012.

Quadro 15: Precipitação máxima 24h em Agosto.

Ano	Ago	Ano	Ago	Ano	Ago
1981	0,1	**1992**	4,8	**2003**	1,9
1982	30,0	**1993**	15,0	**2004**	0,0
1983	18,6	**1994**	0,0	**2005**	14
1984	18,6	**1995**	0,0	**2006**	7,9
1985	0,0	**1996**	6,8	**2007**	0,0
1986	22,8	**1997**	0,0	**2008**	0,5
1987	0,0	**1998**	36,5	**2009**	9,1
1988	0,0	**1999**	0,0	**2010**	0,0
1989	18,8	**2000**	5,8	**2011**	0,0
1990	15,0	**2001**	11,6	/////	/////
1991	0,0	**2002**	0,1	/////	/////

Org.: Silva (2012).

Tabela 37: Frequência e Período de retorno para o mês de Agosto (1981-2011).

Precipitação	Frequência	Período de Retorno
0 - 1	15	2
1 - 10	6	5
10 - 20	7	4
20 - 30	1	31
30 - 40	2	16

Org.: Silva (2012).

Quadro 16: Precipitação máxima 24h em Setembro.

Ano	Set	Ano	Set	Ano	Set
1981	0,6	**1992**	19,6	**2003**	22,6
1982	17,6	**1993**	26,0	**2004**	0,0
1983	12,0	**1994**	7,4	**2005**	20,3
1984	12,0	**1995**	17,2	**2006**	77,6
1985	11,0	**1996**	67,4	**2007**	17,8
1986	27,4	**1997**	8,2	**2008**	11,9
1987	11,2	**1998**	1,6	**2009**	27,2
1988	27,3	**1999**	19,6	**2010**	24,4
1989	18,0	**2000**	45,6	**2011**	0,1
1990	23,1	**2001**	22,8	/////	/////
1991	30,6	**2002**	16,8	/////	/////

Org.: Silva (2012).

Tabela 38: Frequência e Período de retorno para o mês de Setembro (1981-2011).

Precipitação	Frequência	Período de Retorno
0 - 1	2	16
1 - 10	4	8
10 - 20	12	3
20 - 30	9	3
30 - 40	1	31
40 - 50	1	31
50 - 60	-	-
60 - 70	1	31
70-80	1	31

Org.: Silva (2012).

Com o início do período chuvoso no mês de outubro, a incidência de valores que variam 20 a 50 mm predominam em 68% das frequências registradas em 24h, com um período de retorno de 4 anos. Outra característica a ser destacada é que a maioria das precipitações nos últimos ocorre concentrada, como pode ser observada na Tabela 86, em anexo.

Quadro 17: Precipitação máxima 24h em Outubro.

Ano	Out	Ano	Out	Ano	Out
1981	39,8	**1992**	39,0	**2003**	45,4
1982	46,6	**1993**	56,4	**2004**	66,6
1983	62,4	**1994**	46,7	**2005**	25,0
1984	20,2	**1995**	21,9	**2006**	92,6
1985	30,7	**1996**	25,2	**2007**	43,0
1986	46,0	**1997**	57,2	**2008**	38,0
1987	13,8	**1998**	68,1	**2009**	21,6
1988	39,2	**1999**	26,2	**2010**	34,4
1989	16,6	**2000**	10,8	**2011**	33,4
1990	45,2	**2001**	44,0	/////	/////
1991	21,6	**2002**	17,0	/////	/////

Org.: Silva (2012).

Tabela 39: Frequência e Período de retorno para o mês de Outubro (1981-2011).

Precipitação	Frequência	Período de Retorno
10 - 20	4	8
20 - 30	7	4
30 - 40	7	4
40 - 50	7	4
50 - 60	2	16
60 - 70	3	10
70 - 80	-	-
80 - 90	-	-
90 - 100	1	31

Org.: Silva (2012).

Quadro 18: Precipitação máxima 24h em Novembro

Ano	Nov	Ano	Nov	Ano	Nov
1981	63,6	**1992**	57,6	**2003**	92,6
1982	74,8	**1993**	38,4	**2004**	42,2
1983	52,0	**1994**	56,2	**2005**	27,4
1984	47,8	**1995**	37,0	**2006**	62,5
1985	28,0	**1996**	60,4	**2007**	65,2
1986	39,2	**1997**	40,2	**2008**	10,3
1987	79,2	**1998**	29,0	**2009**	35,8
1988	41,0	**1999**	114,6	**2010**	71,8
1989	74,2	**2000**	56,9	**2011**	27,8
1990	35,0	**2001**	49,8	/////	/////
1991	20,0	**2002**	46,0	/////	/////

Org.: Silva (2012).

Tabela 40: Frequência e Período de retorno para o mês de Novembro (1981-2011).

Precipitação	Frequência	Período de Retorno
10 - 20	1	31
20 - 30	5	6
30 - 40	5	6
40 - 50	6	5
50 - 60	4	8
60 - 70	4	8
70 - 80	4	8
80 - 90	-	-
90 - 100	1	31
100 - 110	-	-
110 - 120	1	31

Org.: Silva (2012).

Quadro 19: Precipitação máxima 24h em Dezembro.

Ano	Dez	Ano	Dez	Ano	Dez
1981	79,4	**1992**	43,7	**2003**	55,9
1982	79,0	**1993**	63,4	**2004**	99,4
1983	40,6	**1994**	76,2	**2005**	32,7
1984	48,8	**1995**	57,4	**2006**	83,9
1985	41,4	**1996**	61,0	**2007**	115,8
1986	157,8	**1997**	81,5	**2008**	81,0
1987	83,4	**1998**	47,0	**2009**	50,4
1988	53,6	**1999**	51,8	**2010**	54,0
1989	61,9	**2000**	98,2	**2011**	52,2
1990	42,4	**2001**	63,2	/////	/////
1991	52,6	**2002**	61,5	/////	/////

Org.: Silva (2012).

Tabela 41: Frequência e Período de Retorno para o mês de Dezembro (1981-2011).

Precipitação	Frequência	Período de Retorno
30 - 40	1	31
40 - 50	6	5
50 - 60	8	4
60 - 70	5	6
70 - 80	3	10
80 - 90	4	8
90 - 100	2	16
100 - 110	-	-
110 - 120	1	31
120 - 130	-	-
130 - 140	-	-
140 - 150	-	-
150 - 160	1	31

Org.: Silva (2012).

Os meses de novembro e dezembro registram as maiores incidência de precipitações em 24h, com predomínio de precipitações concentradas superiores a 40 mm e períodos de retorno variando de 4 a 6 anos. Também os maiores impactos na área urbana da cidade como a precipitação de 1986, que totalizou 157,8 mm (Cf. Quadro 19 e Tabela 41) com previsão para seu retorno a aproximadamente cada 31 anos.

3.5 Índices estatísticos para determinação de ocorrências de precipitação em dia determinado na cidade de Uberlândia-MG.

Buscando entender a distribuição das chuvas, fez-se uma análise da série histórica de 31 anos de precipitação com vistas a se determinar a probabilidade de ocorrência de chuva em um dia determinado, bem como as ocorrências acima de 30 mm, que são passíveis de causar impactos na área urbana. Constitui uma base para o entendimento para entender as condições de tempo numa escala local, principalmente no apoio às ações preventivas de impactos urbanos decorrentes de precipitações concentradas, que será tratada no capitulo posterior.

A análise da probabilidade de ocorrências de chuvas (Quadro 20) pode constatar a propensão de maiores percentuais em janeiro, principalmente nos três primeiros dias do ano; os índices variam no referido mês, de 45% a 81% que, respectivamente, correspondem a 14 e 25 ocorrências de chuvas em 31 anos. No mês de fevereiro, varia de 32% a 77%, ou seja, 10 a 24 precipitações no referido período; em março de 32% a 65%. Em abril, os percentuais diminuem de 10% a 48%, valores estes esperados por iniciar o final do período chuvoso.

Nos meses de maio a setembro, os índices reduzem consideravelmente em maio (6% a 29%), nos meses de junho, julho e agosto (de 3% a 13%), que representam 1 e 4 ocorrências em 31 anos. A partir de setembro, começa a transição do período seco para o chuvoso e, consequentemente, os índices começam a aumentar progressivamente, registrando de 10% a 29% na ordem 3 a 9 precipitações. Em outubro, de 16% a 52%, ou seja, de 5 a 16 ocorrências.

Quadro 20: Probabilidade de ocorrência de chuva em dia determinado na cidade de Uberlândia /MG.

Dias	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1	81	61	45	26	16	10	0	0	13	16	45	65
2	77	55	65	26	19	3	0	0	19	48	45	65
3	71	52	48	35	13	13	3	0	13	23	42	55
4	65	42	48	39	16	3	0	0	13	16	45	65
5	58	58	61	23	10	13	3	6	16	23	39	65
6	74	74	65	39	23	6	6	3	23	32	32	68
7	58	77	61	42	13	3	3	3	26	29	29	77
8	77	65	61	39	0	3	3	3	10	29	35	77
9	61	45	58	29	10	3	0	3	16	32	42	68
10	52	55	45	19	10	3	3	3	13	23	45	71
11	52	48	48	29	6	0	10	0	6	32	58	68
12	71	65	55	29	0	6	6	0	16	35	48	58
13	65	58	39	16	6	6	6	0	19	39	55	77
14	58	61	61	29	13	10	3	0	13	39	58	65
15	61	58	55	48	16	6	3	6	26	23	45	61
16	58	48	52	48	16	10	3	0	19	23	32	71
17	55	48	65	32	10	0	0	3	10	39	39	71
18	48	55	48	19	16	6	3	6	16	35	42	74
19	55	35	55	32	13	0	6	6	26	42	52	55
20	61	45	52	19	10	6	10	10	19	32	58	52
21	55	32	45	13	6	10	0	10	29	42	52	68
22	65	48	42	16	19	6	3	10	16	39	55	55
23	58	48	55	13	29	6	13	10	16	32	35	65
24	61	48	48	13	16	3	3	10	26	26	39	71
25	45	52	55	10	19	10	3	13	29	39	55	74
26	71	45	45	19	10	3	0	13	19	52	55	58
27	68	58	42	13	10	3	3	6	23	32	58	58
28	61	58	35	23	10	3	3	13	16	39	65	71
29	68	71	45	13	16	3	3	10	23	29	55	68
30	58	////	48	26	6	0	0	0	29	45	55	58
31	45	////	32	////	6	////	3	13	////	35	////	68

0 1 15 30 45 60 75 100%

Org.: Silva (2012).

Novembro é o mês quando começam a intensificar os SFs e as ZCAS; os índices variam de 29% a 65%, respectivamente 9 e 20 ocorrências de chuvas. Em dezembro, as possibilidades percentuais oscilam de 52% a 77%, que totalizam de 16 a 24 ocorrências.

Outras observações do Quadro 21 que merecem destaque são os dias que, nos últimos 31 anos, não ocorreram precipitações em maio (8 e 12), junho (11, 17, 19 e 30), julho (1, 2, 4, 9, 17, 21, 26 e 30) e agosto (1, 2, 3, 4, 11, 12, 13, 14 e 16), que totalizam 22 dias sem ocorrência de chuvas.

O Quadro 21 apresenta a probabilidade de ocorrência de chuvas que, potencialmente, podem causar impactos, principalmente se ocorrem em um curto intervalo de tempo. As maiores ocorrências estão associadas ao período chuvoso, notadamente nos meses de novembro a março.

Quadro 21: Probabilidade de ocorrência de chuva acima de 30 mm em dia determinado na cidade de Uberlândia /MG.

Dias	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1	13	10	6	0	0	3	0	0	0	0	10	13
2	16	3	13	0	0	0	0	0	0	10	6	19
3	32	13	6	3	0	0	0	0	0	0	3	3
4	16	3	6	6	0	0	0	0	3	0	6	13
5	16	16	3	3	3	3	0	3	0	0	3	6
6	13	16	6	0	3	6	0	0	0	0	0	16
7	19	6	13	0	3	0	0	0	0	6	0	13
8	0	13	10	3	0	0	0	0	0	6	0	10
9	3	6	10	3	0	0	0	0	3	3	6	19
10	6	13	10	3	0	0	0	0	0	3	0	13
11	0	10	3	0	0	0	0	0	0	0	10	16
12	10	0	6	3	0	0	0	0	0	0	13	3
13	3	13	3	0	0	0	0	0	0	0	3	6
14	6	3	13	10	0	0	0	0	0	3	13	6
15	6	6	3	3	0	0	0	0	0	0	6	16
16	13	0	6	0	0	0	0	0	0	6	3	16
17	6	3	13	3	0	0	0	0	0	6	3	13
18	19	6	10	3	0	0	0	0	0	6	6	6
19	10	3	3	6	3	0	0	0	0	6	10	3
20	0	3	6	0	0	3	0	0	0	0	3	10
21	16	0	10	0	0	0	0	0	0	6	6	13
22	10	0	0	6	0	0	0	0	3	3	10	16
23	23	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	16
24	13	0	6	3	0	0	0	0	0	3	3	16
25	13	3	10	0	6	0	0	0	0	0	10	23
26	16	6	3	0	0	0	0	0	0	0	6	10
27	10	6	3	0	0	0	0	0	0	6	10	26
28	6	3	3	3	0	0	0	0	3	3	13	6
29	6	14	6	0	3	0	0	0	3	3	10	13
30	6	////	6	6	0	0	0	0	0	3	13	3
31	13	////	6	////	0	////	0	0	////	0	////	10

Org.: Silva (2012).

Pela análise do Quadro 21, podem-se destacar os meses de janeiro e dezembro que apresentam índices de até 32% e 26%, respectivamente, ou seja, 12 e 10 ocorrências de precipitações acima de 30 mm nos últimos 31 anos, nesses respectivos dias. As precipitações concentradas nos períodos de fevereiro, março, abril, outubro e novembro, apesar de

apresentarem índices inferiores, são potencialmente impactantes, pois resultam de choque de SFs, que será comentado no capítulo 4.

Com relação às precipitações superiores a 30 mm, os registros durante período caracterizado como seco na região do Cerrado destacam cinco episódios que apresentam ocorrência de chuvas potencialmente impactantes (Tabela 42). Pelos dados apresentados, observa-se que das duas ocorrências de precipitações superiores a 30 mm, no dia seis de junho estas tiveram valores superiores a 30 mm.

Tabela 42: Ocorrências de chuvas durante o período seco.

Precipitação			
Dias	**Normal**	**> 30 mm**	**%**
01/jun	3	1	33
05/jun	4	1	25
06/jun	2	2	100
20/jun	2	1	50
05/ago	2	1	50

Org.: Silva (2012).

A determinação da probabilidade de ocorrência de chuvas na escala diária é mais uma ferramenta para auxiliar na previsão do tempo local; espera-se que o grau de acerto seja ampliado com o acúmulo de informações.

4 – A AÇÃO DA ZONA DE CONVERGÊNCIA DO ATLÂNTICO SUL (ZCAS) NA PRODUÇÃO DE EVENTOS CLIMÁTICOS EXTREMOS NA CIDADE DE UBERLÂNDIA-MG

As ZCAS desempenham um papel fundamental para a ocorrência das chuvas, principalmente na região Sudeste, durante o ano hidrológico, quando são registrados grandes impactos decorrentes de precipitações concentradas, com destaque para as regiões onde predominam o relevo de serras e morros. Todos os anos são vinculados na mídia desastres, principalmente nos meses de dezembro e janeiro, período quando as condições de saturação do solo propiciam o escoamento superficial que, somados à ação antrópica, tornam esse evento preocupante para a população que habita essas áreas das cidades brasileiras:

Sobre o posicionamento e permanência das ZCAS, Lucas (2007) comenta sobre a influência dos Vórtices Ciclônicos de Altos níveis (VCAN) nas proximidades do litoral nordestino, variação da Alta da Bolívia, do vórtice ciclônico, cavados, associadas a bandas de nebulosidade e à ação da FPA e das linhas de instabilidade.

Nessas cidades, precipuamente as de médio e grande porte, o estudo das ZCAS constitui-se em um instrumento essencial para a prevenção de impactos que causam perdas materiais e de vidas. No período de maior ocorrência das chuvas, a cidade de Uberlândia fica sob ação de sistemas tropicais e polares, desencadeando chuvas frontais e convectivas. Essas chuvas são relacionadas, sobretudo, à ação da ZCAS, que têm sua origem associada à FPA e sua interação com a convecção tropical.

Esse capítulo objetiva identificar a ação desse fenômeno e detectar os impactos oriundos dele. Para obter esses resultados, foi realizada a tabulação dos dados pluviométricos diários registrados no período de 1981 a 2011. Também foram identificados os impactos na área urbana registrados pelo jornal *Correio de Uberlândia* e pela Defesa Civil da cidade.

Os Quadros de 22 a 25 apresentam os registros dos impactos das chuvas pelo jornal *Correio de Uberlândia* de 2006 a 2011, e os registros pluviométricos do Parque do Sabiá (1981-1996) 5º Distrito de Meteorologia LCRH Santa Mônica – UFU (1996-2011), tanto estação convencional e automática, do Aterro Sanitário, da Base Avançada do IBAMA (2003-2010) e da Fazenda Letreiro (ANA – Agência Nacional de Águas) no período de 1981-2011.

Nesse momento, cabe destacar que o período de 1981 a 2005 não apresenta uma riqueza de detalhes na análise climatológica por ausência de informações, como justificado na metodologia. Para a identificação das ZCAS, foram utilizados como referencial os estudos de Kodama (1992), Lucas (2007), Gan; Rodrigues; Rao (2009), Carvalho; Jones (2009), Satyamurti e outros (1998), Ferreira; Sanches; Silva Dias (2004), Sacramento e outros (2010), Escobar; Silva (2010)

Para a identificação das ZCAS, de 1981 a março de 1995, foi utilizado o artigo apresentado por Ferreira; Sanches; Silva Dias (2004), intitulado "Composição da zona de convergência do atlântico sul em períodos de El Niño e La Niña", no qual é apresentado um quadro com as ocorrências das ZCAS (Tabela 41) de outubro de 1995 a dezembro de 2011; foram utilizadas, ainda, as publicações da Revista *Climanálise* (Novembro de 1995 a Dezembro de 2011).

Quadro 22: Ocorrências oriundas de precipitações em Uberlândia (1981-1997).

Ano	Mês	Dia	Horario	Bairro	Local	Evento climático	Total	Ocorrência	Prejuízo
1982	Janeiro	3	Noite / Madrugada	Copacabana / Tabajaras / Daniel Fonseca / Tubalina / Jaraguá	Rio Uberabinha	Chuva	94,4 mm 5º Distrito de Meteorologia 113 mm Faz. Letreiro	Enchente	1514 casas
		22	Tarde	Próximos a rondon	Av Rondon Pacheco	Chuva	34,4 mm 5º Distrito de	Enxurrada	Inúmerso
1983	Janeiro	19	Noite / Madrugada	Vários	Rio Uberabinha / Av. Rondon Pacheco	Chuva	126.8 mm 5º Distrito de Meteorologia 125 mm Faz. Letreiro	Enxurrada	Inúmeros
	Fevereiro	1, 2 e 3	Tarde	Tabajaras Daniel fonseca / Tubalina / Jaraguá	Rio Uberabinha	Chuva	92,4 mm	Enchente	Inúmeros
1986	Dezembro	11	Tarde 15h-17h	Copacabana Tabajaras Daniel Fonseca Tubalina Jaraguá Saraiva Vigilato Pereira Lidice Patrimônio	Av. Rondon Pacheco Rio Uberanbinha	Chuva	157,8 mm 5º Distrito de Meteorologia 100 mm Faz. Letreiro	Enxurrada Enchente	6 mortes 750 desabrigados 50 feridos com traumas 30 veículos
1988	Março	8	Tarde		Av. Rondon Pacheco Av. Minervina Candida	Chuva	98,3 mm 5º Distrito de Meteorologia	Enxurrada	Inúmeros
1989	Novembro	28	//////////	Vários Bairros	Av. Rondon Pacheco	Chuva	74,2 mm 5º Distrito de Meteorologia 68,3 Faz. Letreiro	Enxurrada Alagamentos	Inúmeros
1990	Fevereiro	13	//////////	Copacabana	Av Rondon Pacheco / Av. Monsenhor Eduardo	Chuva	57,6 mm 5º Distrito de Meteorologia 19,5 mm Faz. Letreiro	Enxurrada / Inundação	1500 metros de massa asfaltica
	Novembro	6	//////////	Daniel Fonseca / Tubalina / Jaraguá	Av. Getulio Vargas / Av. Minervina Cândida / Antonio Thomas de Resende	Chuva	28,1 5º Distrito de Meteorologia 38,7 mm Faz. Letreiro	Alagamentos	Inúmeros
1991	Janeiro	16	Manhã / Tarde	Setor Norte	Av Antonio Thomaz de Rezende	Chuva	60,4 5º Distrito de Meteorologia 38,6 mm Faz. Letereiro	Alagamentos	Inúmeros
1996	Dezembro	2	16h-18h	Don Almir / Morumbi / Santa Monica / tibery	Av. Rondon Pacheco	Chuva	48 mm UFU 61 mm 5º Distrito de Meteorologia 31 mm Faz. Letreiro	Enxurrada	Inúmeros
		25	15h-18h	Santa monica	Av. João Naves de Ávila	Chuva	46,8 mm UFU 29,9 mm Faz.	Enxurrada	
1997	Fevereiro	24	///////////	///////////	///////////	Chuva concentrada 36,4 mm	48,4 mm UFU 36,5 5º Distrito de Meteorologia	///////////	///////////
	Março	14	17 - 18h conc 30minutos	Santa Monica / Vários	Av. João Naves de Ávila / Rondon Pacheco	Chuva ufu concentrado em 30 minutos	73 mm UFU 96,6 mm 5º Distrito de Meteorologia 35,5 mm Faz. Letreiro	Enxurrada / Inundações	16 desabamentos 5 feridos
	Dezembro	8	Madrugada / Manhã	Jaraguá / São josé	Rio Uberabinha / Av. Getulio Vargas / Av. Rondon Pacheco / Av. Segismundo Pereira	Chuva após as 20 h	100,7 mm UFU 50,6 5º Distrito de Meteorologia 122,3 mm Faz. Letreiro	Enxurrada / Enchente	Inúmeros

Fonte: Correio de Uberlândia; LCRH. Org.: Silva (2012).

Quadro 23: Ocorrências oriundas de precipitações em Uberlândia (1997-2004).

Ano	Mês	Dia	Horario	Bairro	Local	Evento climático	Total	Ocorrência	Prejuízo
1998	Dezembro	8	Madrugada / Manha	Martins	Av Minervina Canida	Chuva	47 mm UFU 0,5 mm Faz. Letreiro	Enxurrada	Inúmeros
1999	Março	3	////////	Prosperidade / Dom Almir	Setor Leste	Chuva	34,5 mm Santa Monica 31,2 mm Faz. Letreiro	Alagamento	Inúmeros
	Abril	14	16 - 18 h	Periferia / Centro / Av. Getulio Vargas /	Santa Mônica	Chuva	35,2 mm Santa Monica	Enxurrada	Inúmeros
	Novembro	9	3 e 4 h	Centro / Vários Bairros com destaque para o Morrumbi , Dom Almir, Seringueiras e São Jorge	Av. Minervina Candiada	Chuva	114,6mm Santa Monica 69,3mm Faz. Letreiro ver sabia	Alagmento / Enxurrada	Inúmeros
	Dezembro	**22**	Tarde	Centro/ Roosevel / Jardim Brasilia e Mrtins	Av. Minervina Candiada	Chuva concentrada 30,4 de 22:20haaté 23:10	65,4 mm UFU	Enxurrada	Inúmeros
2000	Janeiro	7	Tarde	Bairro Brasil	Av. Rondon Pacheco/ Av. Parana	Chuva concentrada 26,6	32,8 mm Santa Monica 4 mm Faz. Letreiro 31,6 mm	Enxurrada	Inúmeros
	Março	8	Final da tarde	Bairro Brasil	Av. Rondon Pacheco/ Av. Parana	Chuva concentrada 10 mim.	26,6 UFU	Enxurrada	Inúmeros
		20	20h-01h	Vários	Av. Minervina / Cesário Crosara/ Av Rondon Pacheco	Chuva	90,8 mm Santa Monica 55,4 mm Faz. Letreiro	Enxurrada	Inúmeros
		21	Tarde	Martins / São José / Jardim Brasilia	Av. Minervina Candida	Chuva	45,8 mm Santa Monica 12,9 mm Faz. Letreiro	Enxurrada	Inúmeros
	Dezembro	17	Final da Tarde	Centro	Eduardo Oliveira com Quintino Bocaiva	Chuva	45,8 mm Santa Monica 53,8 mm Faz. Letreiro	Enxurrada	Inúmeros
2001	Janeiro	2	Final da Tarde	Martins / Jardim Brasilia	Av. Minervina Candido	Chuva	37,8 mm UFU 28,6 mm Faz. Letreiro	Enxurrada	Inúmeros
		22	Tarde	Vários	Segismundo Pereira	Chuva	52,6 mm Santa Monica 19,3 mm Faz. Letreiro	Enxurrada	Inúmeros
	Fevereiro	7	16h-17h 40 minutos	Tibery / Vigilato / Segismundo pereira	Av. Rondon Pacheco / Av. Segismundo Pereira	Chuva	40,2 mm Santa Monica 15,6 mm Faz. Letreiro	Enxurrada / Alagamento	Inúmeros
2002	Janeiro	14	Tarde / Noite	Morumbi / Martins / Jardim Brasilia/São Francisco	Av. Minervina	Chuva	147 mm Santa Monica 62,6 mm Faz. Letreiro	Inundações / Enxurradas	20 familias desabrigadas
2003	Março	17	14:3015h	verificar nas planilhas	Av. Rondon Pacheco	Chuva concentrada 30	60,5 mm Santa Monica consentrada 38,8 mm 19,7 mm Faz. Letreiro	Enxurrada	Inúmeros
	Novembro	18	17 - 19h	Doan Zilmira / Daniel Fonseca / Martins / Vigilato Pereira / Jardim Karaíba / São Jorge / Shopping Park	Av. Rondon Pacheco	Chuva	90,2 mm concentrado 88,6 mm 122,7 Faz. Letreiro	Enxurrada / Alagamento	Inúmeros
	Dezembro	23	Madrugada / Manhã	Marta Helena	Av. Anselmo Alves dos Santos	Chuva	88,6 mm UFU 30,7 Faz. Letreiro	Enxurrada / Alagamento	Inúmeros
2004	dezembro	9	Final da Tarde	Morumbi Dom Almir	//////////	Chuva	29,4 mm UFU 16,8 mm Letreiro	Alagamentos	Inúmeros

Fonte: Correio de Uberlândia; LCRH. Org.: Silva (2012).

Quadro 24: Ocorrências oriundas de precipitações em Uberlândia (2006-2009).

Ano	Mês	Dia	Horario	Bairro	Local	Evento climático	Total	Ocorrência	Prejuízo
2006	Outubro	17	17:30	Perto do Tibery	Rondon Pacheco	Chuva/Vento	80 mm UFU 33,5 mm Aterro Sanitário 44,5 mm Faz Letreiro	Enxurrada / Alagamento	1 Morte
				Roosevelt, Martins	Minervina Cândida				
				Lidice, Saraiva	Rondon Pacheco				80 Carros
		18	16:30	Tubalina	//////////	Vento		10 arvores	Inúmeros
	Dezembro	22	~ 19:00	Santa Mônica	Rondon Pacheco	Chuva	35 mm UFU 22,9 mm Faz. Letreiro	Enxurrada/ Inundação	Inúmeros
					Segismundo Pereira				1 Morte
		27	17:00-19:00	Santa Mônica	João Naves de Ávila/Belarmino Cota Pacheco	Chuva	37 mm UFU 31,3 mm Aterro Sanitário 7,2 mm Faz. Letreiro	Enxurrada	Inúmeros
				Vigilato Pereira	Anselmo Alves dos Santos			Alagamento	Inúmeros
				Tibery	Escola Rotary			Queda Murro	Inúmeros
				Centro	João Pinheiro	Vento	78 km/h UFU	Telhados/Muros	Inúmeros
				Centro	Monsenhor Eduardo	Vento			Inúmeros
2007	Janeiro	2	21:00 - 00:00	Lídice	João Naves de Ávila/Anselno Alves Santos	Chuva	59 mm concentrado 40 mm - UFU 18,5 mm Aterro Sanitário 5,7 mm Faz. Letreiro	Alagamento	Inúmeros
					Minervina Cândida				Inúmeros
				Santa Mônica / Tibery	Próximo ao Parque do Sabiá/ 17º Batalhão				Inúmeros
	Novembro	12	21:00 - 00:00	Tibery /Jardim Brasilia / Roosevelt	Rondon Pacheco	Chuva	38,7 mm UFU 82 mm B. Roosevelt 42,5 mm Aterro Sanitario	Enxurrada	90 carros
					Av. Profa. Minervina Cândida				
					Base Avançada do IBAMA				
				Morumbi/ Martins/Segismundo Pereira	Vários	Ventos	//////	46 Árvores	Inúmeros
		26	17:00 - 19:00	Vários	Rondon Pacheco	Chuva	48 mm UFU 40 mm Base Avançada do IBAMA	Enxurrada	Inúmeros
				Martins	Minervina Cândida			Enxurrada	Inúmeros
				Santa Mônica	Segismundo Pereira			Enxurrada	Inúmeros
				Aparecida	Cesário Alvim				Inúmeros
				Jaraguá/Tubalina	Getulio Vargas				Inúmeros
2008	Março	17	17:00-18:00	Setor Leste / Norte	Rondon Pacheco /João Naves	Chuva	28,9 mm UFU 41,5 mm Base Avançada do IBAMA	Alagamento	Inúmeros
					Minervina Cândida				Inúmeros
					Antonio Thomaz Ferreira de Rezende				Inúmeros
				Distrito Industrial					Inúmeros
	Abril	20	17:00-19:00	Parque do Sabia	Anselmo Alves dos Santos	Chuva	22,8 mm UFU 40 mm Base Avançada do IBAMA 56,7 mm Faz. Letreiro	Alagamento	Inúmeros
				Morada da Colina	//////////				Inúmeros
	Dezembro	26	18:00 - 18:40	Vários	//////////	Chuva	48 mm 50 Km/h UFU 69,9 mm Faz. Letreiro	Alagamento	Inúmeros
		29	04:00	Morada da Colina	Diversas / Córregos Lagoinha	Chuva	37 mm UFU 37,5 mm Base Avançada do IBAMA 65,5 mm Faz. Letreiro	Enxurrada	Inúmeros
2009	Fevereiro	5	15:00	Industrial	Antonio Thomaz Ferreira de Rezende	Chuva	38,6 mm UFU 10,5 mm Base Avançada do IBAMA 47,1 mm Faz. Letreiro	Enxurrada	Inúmeros
				Tibery /Saraiva/ Seringueiras	//////////	Vento		Árvores	Inúmeros
	Março	6	15:00-18:00	Jardim Brasilia / Martins	//////////	Chuva	14 mm UFU 7,5 mm Base Avançada do IBAMA 2,1 mm Faz. Letreiro	Enxurrada	Inúmeros
						Vento		30 Árvores	Inúmeros
	Novembro	3	16:00-17:00	Setor Leste / Norte/Sul/ Centro	Custódio Pereira / Rondon Pacheco	Chuva	70 mm UFU	Alagamento	Inúmeros

Fonte: Correio de Uberlândia; LCRH. Org.: Silva (2012).

Quadro 25: Ocorrências oriundas de precipitações em Uberlândia (2010-2011).

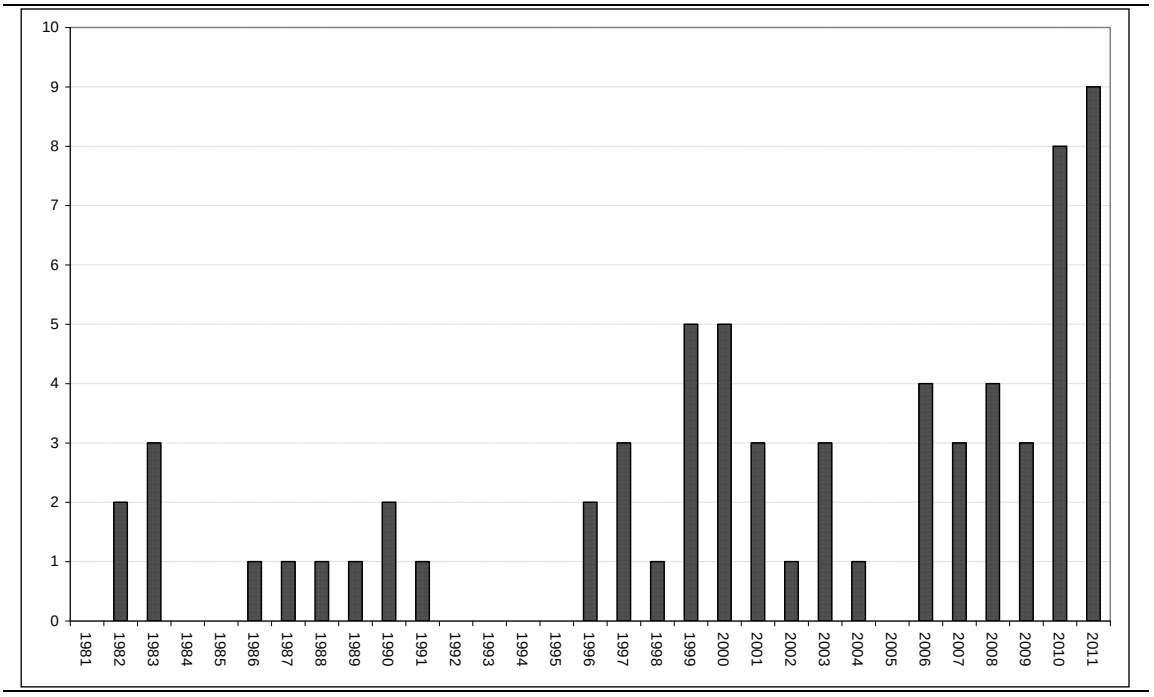
Ano	Mês	Dia	Horario	Bairro	Local	Evento climático	Total	Ocorrência	Prejuízo
2010	Janeiro	6	12:00 - 14:00	Tibery	Rua Lisboa	Chuva 31,4 concentrada	40,2 mm UFU 42,3 mm Base Avançada do IBAMA 12,4 mm Faz. Letreiro	Alagamento	Inúmeros
	Fevereiro	7	21:00-22:00	Tubalina / Cidade Jardim / Tubalina / Jaraguá	Getulio Vargas / Uirapuru	Chuva	60 mm local 10,8 mm90 Km/h UFU 17,5 mm Base Avançada do IBAMA 13,9 mm Faz.Letreiro	Enxurrada	1 morte getulio vargas
						Vento	90 Km	30 árvoes / destelhamento / veículos	Inúmeros
	Abril	30	Tarde	Setor Industrial	Antonio Thomaz Ferreira de Rezende	Chuva	isolada verificar aterro 7,4 mm Faz. Letreiro		Inúmeros
				Santa Mônica	Rondon Pacheco	Vento		//////////	Inúmeros
	Setembro	28	18:00 - 23:00	Vigilato Pereira	Rondon Pacheco /João Naves	Chuva	23 mm UFU 5,2 mm Faz. Letreiro	Alagamento	Inúmeros
				Morumbi	//////////			Destelhamento / Alagamento	Inúmeros
				Setores Sul/Oeste	//////////	Chuva			Inúmeros
					//////////	Vento	85 Km/h UFU	22 Árvores / Destelhamento	Inúmeros
	Novembro	22	21:00-00:00	Tibery / Santa Mônica / Marta Helena	Anselmo Alves dos Santos / Segismundo Pereira / Rondon Pacheco / Alexandrino Garcia	Chuva	68 mm UFU 26,4 mm concentrado UFU 25,8 mm Aterro Sanitario 119,9 mm Faz. Latreiro	Alagamento	1 morte
	Dezembro	5	15:00-17:00	Setor Oeste / Centro / Leste	Indefinido	Chuva / Granizo	40 mm e 23 mm concentrado UFU 0,8 mm Aterro Sanitário 2,6 mm Aeroporto 1,9 mm Fazenda Letreiro	Enxurrada / Alagamento	Inúmeros
						Ventos	60 Km/h	Árvores	Inúmeros
				Área rural próximo ao setor Sul		Tornado	F0 - Escala Fujita	//////////	Inúmeros
		27	15:00 18:00	Tibery	Rondon Pacheco	Chuva	41,6 mm UFU 52 mm Aterro Sanitário	Alagamento	Inúmeros
		30	Dia todo	Cazeca / Santa Mônica / Tibery	Anselmo Alves dos Santos / Segismundo Pereira / Rondon Pacheco	Chuva	54,3 mm UFU 6,6 mm Aterro Sanitario	Alagamento	Inúmeros
2011	Janeiro	7	15:00-16:00	Tabajaras / Tubalina / Jaraguá	Getulio Vargas /Aspirante Mega / Paes lemes / Duque de Caxias	Chuva 29. 2 mm concetrada	33,3 mm UFU 28,6 mm Concentrado 3,4 mm Aterro Sanitario 10,7 mm Faz. Letreiro	Alagamento / Enchurrada	Inúmeros
		30	16:00-17:00	Distrito industrial		Chuva / Vento / Granizo	Isolada 6,4 mmUFU 12,8 mm Aterro Sanitario	//////////	Inúmeros
		31	15:00 - 18:00	Setor	Anselmo Alves dos Santos / Rondon Pacheco	Chuva	28 mm UFU	Alagamento	Inúmeros
	Fevereiro	10		Centro / Tubalina	Getulio Vargas	Chuva	Isolada	Enchente	Inúmeros
	Março	18	15:00 - 18:00	Santa Mônica / Lagoinha	João Naves de Ávila / Represa do Camaru	Chuva	45 mm UFU 13,2 mm Aterro sanitario 42,7 mm Faz. Letreiro	Enxurrada /Transbordamento /Alagamento	Inúmeros
	Junho	9		Shopping park	Indefinido	Chuva / Vento	isolada	Arvores / Abrigo de ônibus	Inúmeros
	Outubro	29	15:50 - 16:20 concentrada até 18:00	Tubalina / Cidade Jardim / Tubalina / Jaraguá	Getulio Vargas / Uirapuru	Chuva / Granizo / vento	50 mm em 30 mm e total 67 mm em 1h30m ** UFU 33,4 mm 11,4 mm Aterro Sanitario 1,9 mm Faz. Letreiro	Enchente /Inundação / Queda de muro	Inúmeros
		30	16:00 - 18:00	Tubalina / Cidade Jardim / Tubalina / Jaraguá / Jardim Patrícia / Luizote de Freitas	Getulio Vargas / Uirapuru /Córrego do Óleo	Chuva / Granizo	45 mm ** UFU 8,2 mm 42 mm Aterro Sanitario 8,1 mm Faz. Letreiro	Enxurrada	Inúmeros
	Dezembro	25	17:00 - 21:00	Jaraguá / Santa Maria / Jardim Botânico	Manoel dos Santos / Rondon Pacheco	Chuva	~ 150 mm * em 3 horas UFU 47,4 mm	Enxurrada /Transbordamento /Alagamento	Inúmeros

Fonte: Correio de Uberlândia; LCRH. Org.: Silva (2012).

Como pode ser observado nos Quadros 22 a 25, a concentração das ocorrências registram-se no período chuvoso (outubro a março), com exceção de uma chuva isolada no dia 9 de junho, que impactou no Setor Sul, na região do Shopping Park. Dentre os relatos, destacam-se as chuvas intensas, inundações, alagamentos e enxurradas que provocam perdas materiais e, em alguns casos, mortes. As enxurradas representam um grande problema para a cidade, principalmente nas Avenidas Rondon Pacheco, Professora Minervina Cândida e Getúlio Vargas, cujo processo de impermeabilização intensifica o escoamento superficial e acaba por expor a fragilidade do sistema de captação pluvial.

O Gráfico 40, apresenta a distribuição anual das ocorrências relacionadas às chuvas intensas, relatadas no jornal *Correio de Uberlândia*; como pode ser observado nos quadros 22 a 25, nos dois últimos anos, os casos intensificaram mesmo com as precipitações tendo ficado abaixo da média histórica.

Gráfico 40: Ocorrências relacionadas a precipitações intensas em Uberlândia (1981-2011) no jornal Correio de Uberlândia.



Org.: Silva (2012).

O gráfico demonstra o significativo aumento das ocorrências associadas à precipitações intensas, principalmente no período de 2010 e 2011 com respectivamente oito e nove ocorrências. Associados a esses fatos pode-se relacionar o crescimento da cidade sem a devida adequação para drenar as águas pluviais.

A seguir, será feita a análise das ocorrências relacionadas à ZCAS e ZCOU, correlacionando com as ocorrências de precipitações concentradas apresentadas nesse tópico.

4.1 Análise dos casos da ocorrência das ZCAS dados

Nos últimos 31 anos, foram identificados 174 episódios de ZCAS (Tabela 43) no território brasileiro. O período de 1995 a 2011 concentra 71,8% dos casos; nesse sentido, deve ser considerado o desenvolvimento dos avanços tecnológicos para a identificação das zonas de convergência. Dos 125 episódios (Tabela 43), em 8% deles não ocorreram precipitações na cidade de Uberlândia, concentrando 70% dos casos em novembro.

Comparando os quadros 22 a 25, foram contabilizadas 66 ocorrências relacionadas às precipitações intensas, e que causaram impactos que mereceram destaque na mídia; desses acontecimentos, 83,6% ocorreram a partir de 1996, fato que pode estar associado ao crescimento acelerado da cidade.

Optou-se por analisar as ocorrências a partir de 1996 a 2011 por causa da maior disponibilidade de dados. Nesse período selecionado, foi constatado, pelos levantamentos, que ocorreram 53 eventos pluviométricos causadores de algum tipo de impacto na cidade. Destes, 30,2% estiveram relacionados a ZCAS ou ZCOU, e 69.8% relacionados à atuação dos SFs/NZCAS (Cf.Tabela 44).

Tabela 43: Ocorrência de ZCAS no Brasil de outubro de 1980 a dezembro de 2011.

Anos	ZCAS	Anos	ZCAS	Anos	ZCAS
1980-1981	3	1991-1992	3	2002-2003	4
1981-1982	3	1992-1993	3	2003-2004	5
1982-1983	3	1993-1994	3	2004-2005	6
1983-1984	4	1994-1995	2	2005-2006	8
1984-1985	4	1995-1996	10	2006-2007	9
1985-1986	3	1996-1997	5	2007-2008	12
1986-1987	3	1997-1998	2	2008-2009	12
1987-1988	3	1998-1999	3	2009-2010	14
1988-1989	3	1999-2000	7	2010-2011	14
1989-1990	3	2000-2001	3	2011	7
1990-1991	4	2001-2002	6	**Total**	**174**

Fonte**:** Ferreira, Sanches e Silva Dias (2004, p. 91,); Climanálise (1995 a 2011). Org.: Silva (2012).

Tabela 44: Reanálise dos casos de ZCAS / ZCOU.

Ano	ZCAS	ZCOU
1995	5	1
1996	4	0
1997	6	0
1998	2	0
1999	6	0
2000	4	0
2001	4	1
2002	4	0
2003	2	0
2004	7	1
2005	9	0
2006	6	0
2007	8	1
2008	13	1
2009	10	2
2010	13	3
2011	11	1
Total	**114**	**11**

Fonte: Climanálise ZCAS (1995 a 2011). Org.: Silva (2012).

Quadro 26: Anos de atuação do El Niño e La Niña (1980-2011)

Período	Pacífico			Forte	Moderado	Fraco
1981-1982			Neutro			
1982-1983	El Ñino			X		
1983-1984		La Ñina				X
1984-1985		La Ñina				X
1985-1986			Neutro			
1986-1987	El Ñino				X	
1987-1988	El Ñino				X	
1988-1989		La Ñina		X		
1990-1991	El Ñino			X		
1991-1992	El Ñino			X		
1992-1993	El Ñino			X		
1993-1994			Neutro			
1994-1995	El Ñino				X	
1995-1996		La Ñina				X
1996-1997			Neutro			
1997-1998	El Ñino			X		
1998-1999		La Ñina			X	
1999-2000		La Ñina			X	
2000-2001		La Ñina			X	
2001-2002			Neutro			
2002-2003	El Ñino				X	
2003-2004						
2004-2005	El Ñino					X
2005-2006	El Ñino					X
2006-2007						
2007-2008		La Ñina		X		
2008-2009			Neutro			
2009-2010	El Ñino					X
2010-2011			Neutro			

Fonte: Adaptado de CPTEC; Ferreira, Sanches e Silva Dias (p. 91, 2004). Org.: Silva (2012).

A Tabela 45 apresenta um comparativo entre os 264 casos de chuvas contínuas identificadas e classificadas como ZCAS e NZCAS nos últimos 16 anos (1996-2011). Nesse período selecionado, em 44,7% predominaram as ZCAS.

Tabela 45: Reanálise dos casos de ZCAS / NZCAS (1996 a 2011).

Ano	ZCAS	NZCAS
1996	4	6
1997	5	7
1998	2	9
1999	6	4
2000	4	7
2001	5	5
2002	4	6
2003	2	11
2004	8	6
2005	9	6
2006	6	4
2007	9	3
2008	14	3
2009	12	8
2010	16	6
2011	12	6
Total	**118**	**97**

Fonte: Climanálise ZCAS. Org.: Silva (2012).

O próximo tópico abordará a influência da zona de convergência (ZCAS ou ZCOU) na produção das precipitações intensas que causam impactos na infraestrutura urbana da cidade de Uberlândia.

4.1.1 Ação das ZCAS em 1981 a 1995.

Em 1981, foram identificadas três ZCAS no período chuvoso de 1980 a 1981 (Tabela 46); porém, não foi encontrado nenhum registro de impactos oriundos das chuvas, apesar de 14 dias com chuvas acima de 30 mm, contudo não foi registrado nenhum impacto.

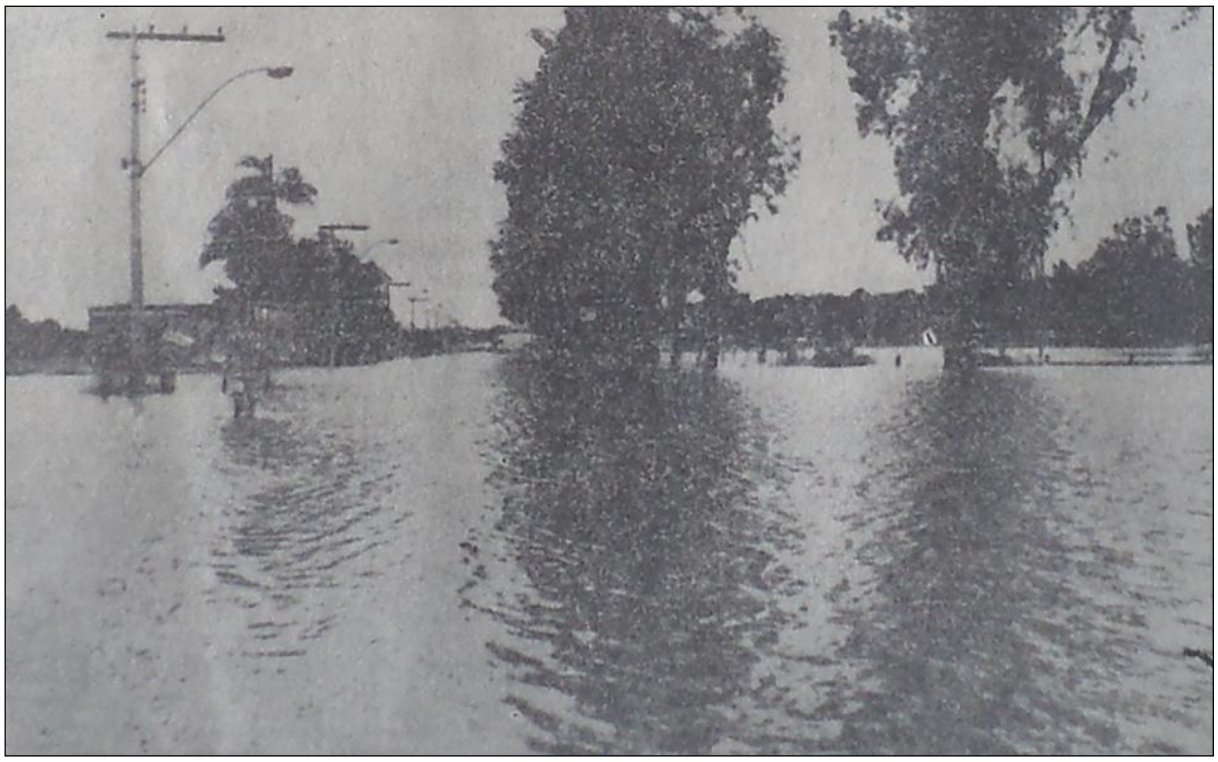
Tabela 46: A Distribuição das chuvas em 1981.

Dias	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1	22,2	3,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,6	58,7
2	0,3	4,2	0,0	0,0	1,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	44,0
3	49,4	6,6	0,0	1,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,4	3,7	32,8
4	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,6	1,9	1,0
5	0,0	11,8	6,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,9	13,0
6	0,0	5,2	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	18,2	15,4
7	0,0	4,6	0,0	0,0	0,0	51,4	0,0	0,0	0,0	27,2	23,2	0,6
8	0,0	20,8	37,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	1,2
9	0,3	24,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	24,8
10	7,0	5,6	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,4	18,0
11	49,5	0,0	0,0	7,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,0	2,0
12	42,5	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	26,8	2,3
13	14,8	11,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	26,9	8,8	4,5
14	6,8	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	17,2	12,2	0,1
15	1,4	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	0,0	0,0	0,0	20,1	1,5	0,0
16	28,6	0,0	3,8	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	39,8	0,0	0,6
17	0,0	0,0	6,0	0,0	0,0	7,3	0,0	0,0	0,0	3,7	0,0	20,8
18	0,0	0,0	22,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	2,0
19	0,0	0,0	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
20	0,0	0,0	28,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	17,9	20,0	0,0
21	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	33,4	0,0
22	6,1	0,0	5,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,6
23	6,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
24	7,0	0,0	0,0	1,3	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,7
25	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	34,4	0,0
26	0,0	0,0	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	63,6	0,0
27	5,1	0,0	2,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	5,6	0,0	62,6
28	0,0	0,0	12,6	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,0	79,4
29	0,3	////	26,6	28,2	15,1	0,0	0,0	0,0	0,6	1,6	0,0	3,8
30	1,0	////	3,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	2,4	1,2	0,0
31	3,6	////	3,3	////	0,0	////	0,0	0,0	////	1,2	////	12,2
Total	256,2	99,1	169,2	41,1	17,0	59,9	0,0	0,1	0,9	176,6	274,0	409,1
Máx.	49,5	24,2	37,0	28,2	15,1	51,4	0,0	0,1	0,6	39,8	63,6	79,4

Fonte: 5º Distrito de Meteorologia Uberlândia. Org.: Silva (2012).

No período chuvoso de 1981-1982, foram registrados três casos de ZCAS (Tabela 41); a precipitação de janeiro totalizou 644,8 mm (Tabela 47), que apresenta todas as características que represente um desses casos. Foram causados grandes prejuízos materiais à cidade. A enchente registrada no dia 04 de janeiro (Cf. Fotografia 4) inundou aproximadamente 1514 casas e/ou barracos do total de 1893 construídos irregularmente às margens do rio. Outro problema registrado foi a primeira grande enxurrada na Av. Governador Rondon Pacheco, que se infiltrou nas galerias pluviais, arrebentando estas em vários pontos.

Fotografia 4: Enchente no rio Uberabinha 05/01/1982.



Fonte: Arquivo Público Municipal / Correio de Uberlândia.

No dia 23, uma precipitação concentrada de 36,6 mm demonstrou a vulnerabilidade da Av. Rondon Pacheco (Fotografia 5). Nesse evento, a força que tomou as quatro pistas infiltrou expondo a galeria pluvial. No primeiro mês do ano, o total pluviométrico foi de 660,4 mm, que foi o maior já registrado na cidade resultado da forte atuação do El Niño 1982/1983.

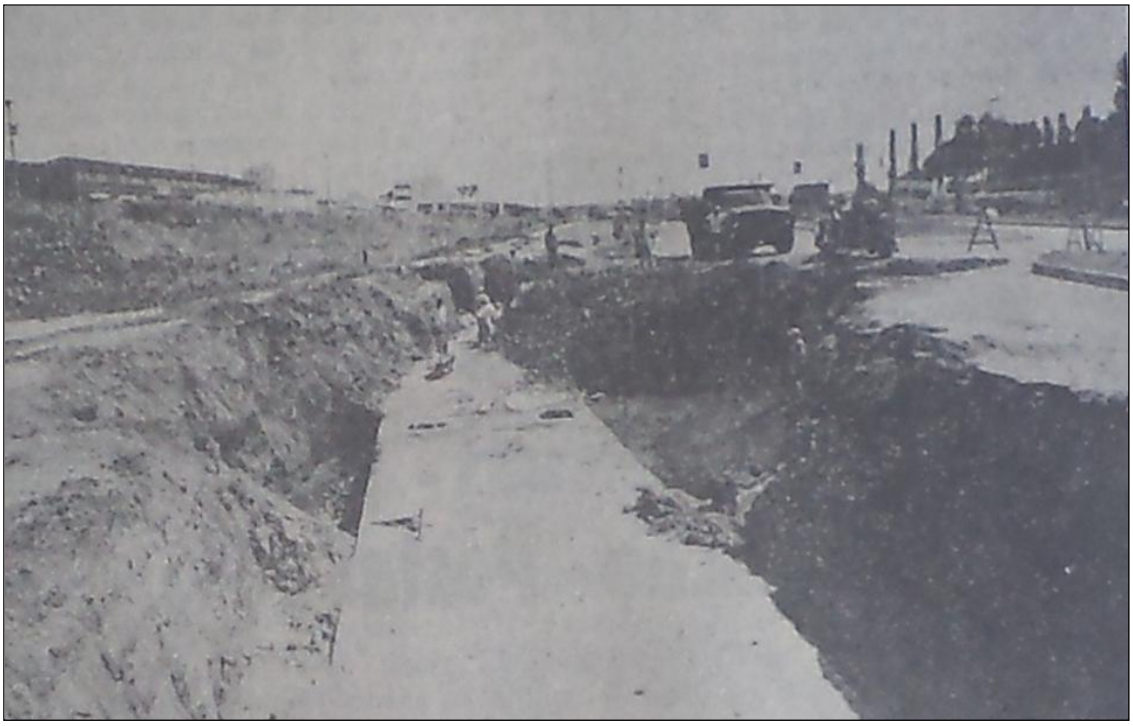
Sob a influência do El Niño, o ano de1983 apresentou a maior altura pluviométrica em 31 anos, tanto em Uberlândia (2220,1 mm), ou seja, 43% acima da média histórica. No ano hídrico 1982/1983 ocorreram três ZCAS, como acontecera no ano anterior o mês de janeiro foi caracterizado por mais uma enchente do rio Uberabinha, no dia 19/01, resultado de uma precipitação de 126,8 mm. O *Correio de Uberlândia*, em 04/02, nº 13.567, destacou que em menos de 15 dias atingiu a população que ocupa irregularmente suas margens foi obrigada a abandonar seus barracos; na Av. Rondon Pacheco, mais de quatro quilômetros foram afetados, sendo que 750 metros tiveram que ser reconstruído.

Tabela 47: Distribuição das chuvas em 1982.

Dias	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1	21,2	1,4	1,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	26,2	0,0	1,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,4	0,0	31,2
3	78,0	0,0	16,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	27,9	0,0	1,0
4	2,3	10,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	26,0
5	0,0	0,3	2,9	0,0	0,0	40,0	0,0	30,0	0,0	0,0	0,0	21,0
6	9,0	65,2	24,6	0,0	0,0	0,0	0,0	5,6	17,6	0,0	7,0	17,8
7	0,9	0,0	27,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	32,0	12,0	10,8
8	22,0	0,0	15,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,0
9	33,0	0,0	33,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,4
10	33,6	0,0	13,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,0	8,0	3,6
11	27,2	0,0	21,8	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,2	8,1	34,6
12	37,0	0,0	8,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	3,0
13	0,3	0,0	8,4	8,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,7	0,0	11,7
14	0,0	0,0	20,2	46,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	63,0	46,0
15	2,4	0,0	0,0	15,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,1	8,0
16	43,4	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,3	1,0
17	2,4	0,0	5,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	36,3	12,9
18	70,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	50,1	2,0	13,0
19	47,8	0,0	7,8	0,0	0,8	0,0	19,0	0,0	2,0	15,4	0,0	0,0
20	8,6	0,0	0,0	0,0	9,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,3	10,7
21	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	3,7	0,1
22	13,0	0,0	26,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,6	0,0	0,0	0,8
23	36,6	0,0	45,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	16,8
24	30,4	5,6	33,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	69,4
25	1,3	1,9	0,9	0,0	40,6	0,0	0,0	0,0	1,2	10,4	0,0	0,0
26	12,4	28,5	1,6	0,0	17,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
27	14,2	3,4	8,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	13,4	0,0	0,0
28	34,0	9,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	1,8	0,0	18,7
29	15,4	////	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,2
30	21,8	////	2,6	5,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	14,2	0,0	26,8
31	0,0	////	32,2	////	0,0	////	0,0	7,0	////	0,0	0,0	6,0
Total	644,8	125,7	360,8	78,9	68,2	40,0	19,0	42,6	23,7	188,1	168,0	406,5
Máx.	78,0	65,2	45,8	46,9	40,6	40,0	19,0	30,0	17,6	50,1	63,0	69,4

Fonte: 5º Distrito de Meteorologia estação Uberlândia. Org.: Silva (2012).

Fotografia 5: Reconstrução da galeria destruída pela chuva, 23/01/1982.



Fonte: Arquivo Público Municipal / Correio de Uberlândia.

Fotografia 6: Enchente do Rio Uberabinha 19/01/1983.



Fonte: Imagem capturada - http://www.youtube.com/watch?v=35XYn4lgf9A. Org.: Silva (2012).

Fotografia 7: Estrago na Av. Rondon Pacheco 19/01/1983.



Fonte: Imagem capturada http://www.youtube.com/watch?v=35XYn4lgf9A. Org.: Silva (2012).

Tabela 48: Distribuição das chuvas em 1983.

Dias	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1	14,2	27,2	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,5	6,4
2	15,4	32,0	7,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	13,4
3	0,0	33,2	31,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	22,9	6,5
4	4,4	5,4	17,4	0,0	0,0	2,8	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	0,0
5	6,8	0,0	2,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,0	5,5	5,0
6	30,9	0,0	29,9	3,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	3,4	34,8
7	5,4	21,4	1,0	21,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,6	9,0	0,0	33,2
8	0,0	4,4	0,0	8,8	0,0	0,0	0,0	0,0	24,0	3,4	0,0	0,0
9	12,0	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	17,8	9,0	0,0	9,8
10	0,8	44,6	0,0	5,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	52,4	18,2
11	0,0	31,4	0,0	15,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	2,5	13,8	7,1
12	18,0	3,9	0,0	13,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	39,8	5,2
13	1,2	17,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,1
14	7,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	62,4	0,0	8,0
15	12,0	0,0	69,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	24,8	3,4	8,6
16	40,8	0,0	10,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	22,2	0,0	4,1	16,2
17	14,0	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	3,4	0,0	0,0	4,2
18	27,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	57,0	0,0	16,1
19	126,8	0,0	7,8	0,0	0,0	0,0	4,9	0,0	13,8	10,9	0,0	0,0
20	24,0	0,0	26,4	0,0	0,0	0,0	43,3	0,0	1,4	0,0	21,0	0,0
21	1,2	0,0	12,8	0,0	6,8	0,0	2,4	0,0	0,0	0,0	18,8	0,4
22	1,8	0,0	0,8	2,4	0,0	0,0	0,0	0,0	15,2	0,0	0,0	0,0
23	0,0	6,5	1,6	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	0,0	28,6	4,9	0,0
24	2,2	0,0	1,7	1,2	0,6	0,0	0,0	0,0	8,4	2,4	7,4	39,8
25	0,0	0,0	1,0	14,8	0,2	0,0	0,0	0,0	4,6	0,5	0,0	40,6
26	0,0	0,4	2,4	2,2	0,0	0,0	0,0	0,0	3,5	0,0	12,6	19,0
27	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	23,0	19,6	1,2
28	1,4	0,5	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,8
29	0,0	////	0,0	0,3	10,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,6
30	2,1	////	0,0	0,0	6,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,8
31	29,8	////	0,0	////	14,2	////	0,0	0,0	////	0,0	////	0,0
Total	400,4	231,6	226,9	89,1	38,7	2,8	50,6	1,2	119,9	240,8	234,3	323,0
Máx.	126,8	44,6	69,3	21,0	14,2	2,8	43,3	1,2	24,0	62,4	52,4	40,6

Fonte: 5º Distrito meteorologia estação de Uberlândia. Org.: Silva (2012).

Foram identificados quatro episódios de ZCAS 1983/1984 (período chuvoso); contudo não houve registro de impactos oriundos de precipitações concentradas na cidade. A aparente calmaria pode estar associada a uma atuação fraca da La Niña 1983/84.

No semestre chuvoso 1984/1985, ocorreram quatro ZCAS, sem nenhum registro de impactos na cidade. Mas pelo atual histórico dos impactos, conclui-se que as precipitações foram bem distribuídas ao longo do dia. Dos totais em 24h durante o mês, teve destaque a do dia 22 de janeiro, que totalizou 42,1 mm.

Tabela 49: Distribuição das chuvas em 1984.

Dias	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1	29,8	1,2	0,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	0,0	2,6	0,0	21,4	11,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,4
3	0,0	10,8	7,4	9,9	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	22,2
4	0,0	0,0	2,5	5,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4
5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6	0,7	1,4	22,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,4
7	0,0	14,3	8,8	3,2	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4	0,0	0,0	34,4
8	7,2	0,0	33,4	15,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,7	0,0	0,0	6,8
9	0,0	0,0	54,8	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	8,7
10	0,0	0,0	3,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1
11	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
12	0,0	3,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,0	0,0
13	0,0	8,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	31,0	10,0
14	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	67,0
15	0,0	0,7	0,2	0,0	10,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	18,1
16	4,2	1,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,6	48,0	0,0	1,0
17	0,0	0,0	2,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
18	0,0	21,2	0,0	0,0	19,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,1	0,0
19	0,8	0,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	8,1	0,0	0,0
20	16,2	15,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,6	1,6	3,6	1,0	0,0
21	36,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	14,0	10,8	0,0	50,0	0,0
22	42,1	0,0	27,7	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4	0,0	0,0	18,2	0,0
23	0,0	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,4	0,0	0,0	0,0	0,0
24	2,2	0,0	19,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,0	0,0	0,0
25	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,3	0,0	12,0	20,0	3,0
26	12,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,2	0,0	0,0	6,3
27	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,2	0,0	22,2	27,0
28	20,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	98,0	0,0
29	0,0	0,0	21,6	12,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
30	0,0	////	28,2	13,2		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,1	0,0
31	0,0	////	0,0	////	0,0	////	0,0	0,7	////	0,0	//////	8,2
Total	177,1	82,2	233,1	87,6	43,6	0,0	0,0	33,1	36,0	82,7	261,6	232,0
Máx.	42,1	21,2	54,8	21,4	19,4	0,0	0,0	14,0	10,8	48,0	98,0	67,0

Fonte: 5º Distrito de Meteorologia estação Uberlândia. Org.: Silva (2012).

Tabela 50: Distribuição das chuvas em 1985.

Dias	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1	0,0	0,0	19,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	5,1	0,0	3,4	0,0	8,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,0	0,0
3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,8	0,0	8,1	0,0
4	6,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,0	0,0
5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6	9,1	0,0	34,0	38,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,0	0,0	0,0	2,0
7	4,3	9,2	21,3	16,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
8	20,0	1,3	3,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,6	7,1	0,0
9	0,0	11,1	3,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
10	2,0	0,0	55,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11	0,0	0,0	17,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
12	0,0	0,0	22,0	22,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
13	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,1	0,0
14	0,0	0,0	0,0	5,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
15	3,5	0,0	25,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
16	6,4	0,0	12,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
17	13,0	0,0	5,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,1	0,0	0,0
18	10,2	0,0	21,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
19	2,4	0,0	9,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,0
20	9,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,6	2,0
21	12,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	35,0
22	46,0	13,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
23	97,0	11,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,1
24	15,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	15,8	0,0	20,0	12,4
25	46,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	17,0	51,2
26	37,1	25,0	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,0	25,0	1,2
27	37,0	13,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,3	23,0
28	16,2	0,0	3,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	7,0
29	19,6	////	7,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,0	0,0
30	7,2	////	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4
31	11,6	////	0,0	////	0,0	////	0,0	0,0	////	0,0	////	0,0
Total	437,1	84,9	263,3	82,8	10,3	0,0	0,0	0,0	23,6	24,7	125,2	148,3
Máx.	97,0	25,0	55,0	38,0	8,3	0,0	0,0	0,0	15,8	12,6	25,0	51,2

Fonte: ANA (Fazenda Letreiro); ANA (out a dez). Org.: Silva (2012).

No semestre chuvoso 1985/1986, foram registrados três ZCAS, sem apresentação de danos à cidade. Já no período 1986/1987, ocorreram mais três. Como pode ser observado nas Tabelas 48 e 49, a mais intensa e a maior já registrada na cidade de Uberlândia foi na segunda quinzena de dezembro. No dia 12, entre 15h e 17h, ocorreu uma precipitação concentrada de 100 mm, totalizando até o final do dia 157,8 mm, de acordo com os registros do 5º Distrito de Meteorologia.

Tabela 51: Distribuição das chuvas em 1986.

Dias	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1	49,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,8
2	11,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	45,0
3	12,4	8,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	18,8
4	0,0	33,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,3	0,8
5	0,0	12,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6	21,8	3,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
7	31,4	20,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	22,0	0,0	0,0	0,0
8	1,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
9	5,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
10	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8
11	0,0	32,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,0	9,6
12	13,0	5,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	157,8
13	6,3	0,0	0,0	13,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	28,0	7,6
14	13,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0
15	11,4	2,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,6
16	0,0	14,2	0,0	47,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,4
17	0,0	27,0	0,0	6,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	31,4
18	0,0	17,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	25,4
19	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
20	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
21	18,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	17,4	0,0	4,2
22	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	16,6	0,0	28,8	0,0	42,0
23	0,0	0,0	0,0	25,0	0,0	0,0	0,0	22,8	0,0	8,2	0,0	18,6
24	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,0	0,0	0,0	0,0	3,2
25	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	34,2
26	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,6	0,0	0,0	0,0	52,2
27	0,0	0,0	0,0	7,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,0	0,0	33,0
28	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	25,0	0,0	16,4
29	14,6	////	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,4
30	2,4	////	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,8
31	0,0	////	0,0	////	0,0	////	0,0	0,0	////	0,0	////	0,0
Total	215,3	176,4	0,0	99,8	0,0	0,0	0,0	50,0	22,0	87,4	45,3	545,0
Máx.	49,8	33,0	0,0	47,2	0,0	0,0	0,0	22,8	22,0	28,8	28,0	157,8

Fonte: 5º Distrito de Meteorologia estação Uberlândia. Org.: Silva (2012).

Como descrito na edição número 14.521, do *Correio de Uberlândia* do dia 12/12/1986, dia posterior ao evento, foram divulgados partes do relatório realizado pela CETSB e entregue em outubro daquele ano, no qual consta a possibilidade de desmoronamentos repentinos e que a população deveria ser informada, fato esse que não ocorreu por ser ano eleitoral. Além dos estragos provocados ao longo da avenida (Fotografias

8 e 9), foram registradas seis mortes, 50 feridos com trauma, 750 desabrigados pela enchente do rio Uberabinha e 30 veículos totalmente destruídos.

Fotografia 8: Asfalto removido pela força da enxurrada 11/12/1986.



Fonte: Arquivo público Municipal / Correio de Uberlândia.

Fotografia 9: Pessoas caminhando na Av. Rondon Pacheco destruída 12/11/1986.



Fonte: LCRH.

Como já salientado anteriormente, o córrego São Pedro foi subdimensionado para receber também o fluxo de água oriundo dos córregos Jataí e Lagoinha e, como analisado por relatos da época, essa precipitação ocorreu de forma homogênea em toda cidade, o que explica a extensão dos danos.

Nessas condições, as galerias e as bocas de lobos não suportaram o volume precipitado, aumentando consideravelmente o escoamento superficial; soma-se a esse o fato de o rio Uberabinha estar cheio, o que dificultou a vazão da galeria fluvial.

O período 1986/1987 apresentou três ocorrências de ZCAS (Cf. Tabelas 51 e 52) sem apresentarem nenhum impacto representativo. Já na temporada 1987/1988 foi registrado uma precipitação de 53,6 mm (Quadro 22), em março com impactos significativos nas avenidas Profª Minervina Cândida e Rondon Pacheco, sendo que, no último, um carro caiu em um buraco e uma vítima precisou ser atendida.

Os períodos 1988/1989 e 1989/1990 (com a ocorrência de três ZCAS em cada período) apresentaram médias pluviométricas anuais abaixo da média, principalmente em 1990 (Tabela 86, em Anexo). Em 28 de novembro de 1989, uma chuva de 71,7 mm no 5º Distrito de Meteorologia e 68 mm pela ANA. Pelas notícias vinculadas, a área mais afetada foi o setor central, principalmente nas proximidades da Av. Monsenhor Eduardo.

Em 1990, a precipitação mais impactante foi a do dia 13 de fevereiro, que danificou a Av. Rondon Pacheco em aproximadamente 1500 metros de pavimentação asfáltica. Também associada a esse evento, uma ventania atingiu alguns bairros, principalmente os bairros Tocantins, São Jorge e Ipanema. Outra que atuou em novembro que, de acordo com os registros do 5 º Distrito de Meteorológico de Uberlândia totalizou 63,4 mm, causou vários estragos no bairro Daniel Fonseca, nas avenidas Getúlio Vargas, Antonio Thomas de Resende e Prof. Minervina Cândida. Considerado atípico, o ano de 1990 totalizou o menor volume de chuvas dos últimos 31 anos: 1001,1 mm (Tabela 86, em anexo).

Tabela 52: Distribuição das chuvas em 1987.

Dias	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	//////	//////	//////	0,0
2	2,4	8,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	//////	//////	//////	0,0
3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	//////	//////	//////	0,0
4	0,0	18,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	//////	//////	//////	12,6
5	45,0	0,0	0,0	24,8	0,0	0,0	0,0	0,0	//////	//////	//////	6,0
6	0,0	3,8	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	//////	//////	//////	3,0
7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	//////	//////	//////	4,0
8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	//////	//////	//////	0,0
9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	//////	//////	//////	26,2
10	0,0	60,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	//////	//////	//////	17,4
11	0,0	13,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	//////	//////	//////	0,0
12	3,2	1,0	0,0	10,0	0,0	0,0	0,0	0,0	//////	//////	//////	0,0
13	0,0	6,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	//////	//////	//////	11,2
14	2,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	//////	//////	//////	0,0
15	0,4	10,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	//////	//////	//////	0,0
16	0,0	6,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	//////	//////	//////	9,0
17	0,0	6,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	//////	//////	//////	17,0
18	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	//////	//////	//////	83,4
19	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	//////	//////	//////	26,8
20	29,0	61,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	//////	//////	//////	44,6
21	8,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	//////	//////	//////	1,4
22	27,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	//////	//////	//////	0,0
23	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	//////	//////	//////	0,0
24	17,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	//////	//////	//////	0,0
25	19,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	//////	//////	//////	0,0
26	30,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	//////	//////	//////	0,0
27	0,0	1,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	//////	//////	//////	0,0
28	3,6	2,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	//////	//////	//////	16,2
29	26,4	////	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	//////	//////	//////	68,6
30	5,8	////	0,0	66,7	0,0	0,0	0,0	0,0	//////	//////	//////	0,6
31	10,6	////	0,0	////	0,0	////	0,0	0,0	//////	//////	//////	0,0
Total	231,6	201,2	0,0	102,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	348,0
Máx.	45,0	61,4	0,0	66,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	83,4

Fonte: 5º Distrito de Uberlândia/////// Ausência de dados. Org.: Silva (2012).

Tabela 53: Distribuição das chuvas em 1988.

Dias	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1	16,2	6,6	/////	0,0	/////	/////	/////	/////	/////	/////	/////	11,6
2	15,2	1,8	/////	29,0	/////	/////	/////	/////	/////	/////	/////	38,8
3	0,0	20,4	/////	0,0	/////	/////	/////	/////	/////	/////	/////	50,6
4	0,0	0,7	/////	31,0	/////	/////	/////	/////	/////	/////	/////	0,0
5	0,0	13,7	/////	0,0	/////	/////	/////	/////	/////	/////	/////	0,0
6	6,6	34,0	/////	14,2	/////	/////	/////	/////	/////	/////	/////	0,0
7	20,2	7,1	/////	11,4	/////	/////	/////	/////	/////	/////	/////	2,4
8	5,6	24,2	/////	0,0	/////	/////	/////	/////	/////	/////	/////	2,8
9	8,8	7,6	/////	0,0	/////	/////	/////	/////	/////	/////	/////	0,0
10	0,4	23,7	/////	0,0	/////	/////	/////	/////	/////	/////	/////	0,0
11	29,0	29,2	/////	0,0	/////	/////	/////	/////	/////	/////	/////	39,6
12	1,2	0,0	/////	0,0	/////	/////	/////	/////	/////	/////	/////	17,4
13	0,0	0,0	/////	0,0	/////	/////	/////	/////	/////	/////	/////	0,0
14	0,0	0,8	/////	8,2	/////	/////	/////	/////	/////	/////	/////	1,3
15	0,0	8,8	/////	0,0	/////	/////	/////	/////	/////	/////	/////	0,0
16	0,0	5,2	/////	11,2	/////	/////	/////	/////	/////	/////	/////	34,4
17	0,0	45,4	/////	6,0	/////	/////	/////	/////	/////	/////	/////	25,4
18	0,0	18,6	/////	0,0	/////	/////	/////	/////	/////	/////	/////	0,0
19	0,0	0,0	/////	31,0	/////	/////	/////	/////	/////	/////	/////	11,0
20	0,0	4,0	/////	0,3	/////	/////	/////	/////	/////	/////	/////	1,3
21	0,0	0,0	/////	0,0	/////	/////	/////	/////	/////	/////	/////	0,0
22	0,0	0,0	/////	0,0	/////	/////	/////	/////	/////	/////	/////	2,4
23	0,0	5,1	/////	4,4	/////	/////	/////	/////	/////	/////	/////	6,6
24	20,4	25,0	/////	0,0	/////	/////	/////	/////	/////	/////	/////	53,6
25	0,0	0,0	/////	0,0	/////	/////	/////	/////	/////	/////	/////	12,0
26	1,4	0,0	/////	0,0	/////	/////	/////	/////	/////	/////	/////	0,1
27	0,0	3,6	/////	0,0	/////	/////	/////	/////	/////	/////	/////	5,2
28	0,0	0,0	/////	0,0	/////	/////	/////	/////	/////	/////	/////	0,0
29	19,4	0,0	/////	0,0	/////	/////	/////	/////	/////	/////	/////	0,0
30	0,0	////	/////	3,4	/////	/////	/////	/////	/////	/////	/////	0,0
31	30,4	////	/////	////	/////	/////	/////	/////	/////	/////	/////	0,0
Total	174,8	285,5	0,0	150,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	317
Máx.	30,4	45,4	0,0	31,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	53,6

Fonte: 5º Distrito de Uberlândia////// Ausência de dados. Org.: Silva (2012).

Tabela 54: Distribuição das chuvas em 1989.

Dias	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1	0,0	0,0	0,2	0,0	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	0,0	0,0	13,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	22,0
3	39,0	4,6	0,0	0,0	15,8	0,0	0,0	0,0	0,0	20,5	0,0	3,2
4	45,4	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	13,6	0,0
5	4,2	37,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	22,3	0,8	13,4	0,0
6	27,4	22,2	37,3	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1	19,7	0,0	0,0	0,0
7	10,5	28,4	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0
8	4,1	11,6	17,9	0,0	0,0	0,0	9,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
9	23,4	0,0	1,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0
10	17,6	42,8	0,6	0,0	0,0	3,3	0,0	0,0	0,4	0,0	23,8	3,8
11	15,6	45,2	0,0	0,0	0,0	6,2	0,0	0,0	0,0	0,0	8,1	13,9
12	0,9	10,6	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	9,3	25,0	39,5
13	1,0	0,0	6,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	1,5	18,8	36,3
14	0,0	4,0	19,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	36,0
15	3,2	23,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,5
16	0,0	1,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,4
17	7,2	0,0	0,0	64,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1	3,3
18	0,0	0,0	22,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	71,7	0,0
19	3,0	0,0	7,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0
20	0,0	0,0	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
21	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,6	0,0
22	0,0	12,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	4,2	0,0
23	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4	0,0	0,0	8,8	0,0
24	18,8	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	0,0	0,0
25	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	0,0	1,0	0,5	5,3
26	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,7	0,0	2,7	0,0	0,0	0,3	0,2
27	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,1	0,0	7,8	9,2
28	0,0	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,8	0,0	0,0	68,3	8,5
29	0,0	////	0,0	0,0	0,0	1,5	9,5	0,0	5,5	0,0	56,3	21,2
30	0,0	////	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	76,5
31	1,8	////	0,0	////	0,0	////	70,5	0,0	////	0,0	////	32,4
Total	223,1	248,4	129,6	64,9	16,9	14,9	89,1	21,0	51,9	34,3	331,8	324,2
Máx.	45,4	45,2	37,3	64,3	15,8	6,2	70,5	10,8	22,3	20,5	71,7	76,5

Fonte: 5º Distrito de meteorologia estação Uberlândia; ANA. Org.: Silva (2012).

Tabela 55: Distribuição das chuvas em 1990.

Dias	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1	3,8	0,0	3,6	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	13,4	0,0	0,0
2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	10,2	5,9	0,0	0,0
3	22,3	0,0	0,0	0,0	10,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4	16,0	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5	7,4	0,0	0,0	1,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0
6	17,4	0,0	0,3	0,0	29,6	0,0	14,2	0,0	0,0	0,0	28,1	2,3
7	11,6	0,0	0,2	0,0	1,3	0,0	23,2	0,0	0,0	0,0	20,7	0,0
8	1,2	0,0	8,4	0,0	0,0	0,0	2,6	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0
9	31,4	0,0	7,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,6
10	3,0	0,0	0,0	1,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	24,7
11	29,3	7,5	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4
12	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0
13	2,0	57,6	0,0	0,0	0,0	0,0	2,1	0,0	9,4	9,0	0,0	0,0
14	4,0	7,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,2	0,0	4,6	18,4
15	7,4	42,8	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	23,1	0,0	2,2	0,0
16	0,0	0,0	0,5	0,0	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
17	0,0	0,0	0,0	0,6	23,7	0,0	0,0	0,0	0,0	5,6	0,0	13,9
18	0,0	0,0	0,2	8,8	2,2	0,0	0,0	11,0	0,0	45,2	0,0	3,2
19	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,0	5,9	0,0
20	0,0	0,0	0,0	11,9	0,0	0,0	0,0	3,8	0,0	10,0	0,0	5,8
21	0,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	15,0	0,0	0,0	35,0	0,0
22	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,0	8,3	4,8
23	0,0	27,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	7,8
24	0,0	11,0	52,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	13,6
25	0,0	5,5	16,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,9	8,0
26	0,0	3,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,2	1,7
27	0,0	16,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,4	0,0
28	0,0	5,3	1,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	32,6	0,1
29	0,0	////	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,8	0,0	0,0	9,3	42,4
30	0,0	////	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,0	0,0	0,0	0,0
31	0,0	////	0,0	////	0,0	////	0,0	0,2	////	0,0	////	0,0
Total	161,8	184,1	94,9	25,3	68,9	0,0	43,3	37,8	57,5	103,3	168,4	155,7
Máx.	31,4	57,6	52,3	11,9	29,6	0,0	23,2	15,0	23,1	45,2	35,0	42,4

Fonte: 5º Distrito de meteorologia estação Uberlândia. Org.: Silva (2012)..

O período 1990/1991 e 1991/1992 apresentaram respectivamente quatro e três ZCAS, influenciadas pelo El Niño. No segundo semestre de 1991, classificado como forte, esse ano apresentou a sétima maior precipitação dos últimos 31 anos, totalizando 1788,6 mm.

Tabela 56: Distribuição das chuvas em 1991.

Dias	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1	0,0	11,6	1,0	17,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	17,8	14,8	0,0
2	0,0	0,2	38,8	18,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	1,4	11,4
3	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4	9,0	8,8	0,0
4	2,5	0,0	0,0	19,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5	1,8	0,3	64,8	13,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0
6	49,2	12,5	11,9	69,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,7	0,0	0,0
7	4,0	32,2	13,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,6	0,0	52,6
8	6,4	7,2	1,0	15,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,5	0,0	0,5
9	7,0	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	21,6	8,8	35,8
10	1,2	15,6	0,0	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,7	10,6	10,5
11	7,0	10,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	34,2
12	16,0	5,4	22,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	17,1	0,0
13	14,6	20,0	16,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	13,6
14	24,0	28,9	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,7
15	60,4	18,4	33,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	20,0	2,7
16	53,6	0,3	0,2	0,0	3,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3
17	26,0	10,8	33,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	23,9
18	0,0	7,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	13,0	6,8
19	0,0	26,0	0,2	5,1	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,6	7,2	6,2
20	7,8	0,0	24,4	2,2	0,0	0,0	0,0	0,0	7,0	0,7	0,0	6,6
21	0,0	0,0	1,6	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,8	4,1
22	0,0	3,2	50,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4	8,6
23	0,0	0,0	14,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
24	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
25	15,4	0,0	10,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
26	30,7	37,6	41,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0
27	3,3	1,3	20,2	14,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0
28	19,2	1,8	11,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1
29	28,0	////	5,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	30,6	0,0	2,5	15,3
30	0,0	////	40,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4	0,0
31	5,2	////	11,7	////	0,0	////	0,0	0,0	////	0,0	////	*23,8*
Total	383,5	255	469	179	4,7	0,0	0,0	0,0	39,3	79,3	113	259
Máx.	60,4	37,6	64,8	69,0	3,7	0,0	0,0	0,0	30,6	21,6	20,0	52,6

Fonte: 5º Distrito de meteorologia estação Uberlândia. Org.: Silva (2012).

No dia 16 de janeiro de 1991, ficou explícita a necessidade da implantação de uma rede de drenagem na Avenida Antonio Thomas de Rezende, pois mais uma vez evidenciou-se o problema da Rondon Pacheco, onde foi registrado o afundamento de um caminhão, resultado de uma precipitação que totalizou 53,6 mm.

As temporadas 1992/1993 e 1993/1994 (Quadro 22) tiveram a ocorrência de seis eventos associados à ZCAS. Apesar de 1992 ter registrado a segunda maior precipitação anual (1993,9) mm, as chuvas apresentaram-se bem distribuídas, sendo que a maior precipitação

concentrada em 24h foi de 83,6 mm em fevereiro. Apresentou-se bem distribuída e não causou danos significativos.

Com ocorrências de duas ZCAS, a temporada 1994/1995 (Cf. Tabelas 59 e 60) apresentou precipitações em 24h, bem distribuídas, sem registros no jornal *Correio de Uberlândia*. Em 1995/1996, ocorreram quatro (Tabela 23), a mais longa durou 25 dias, iniciando dia 28 de janeiro e findando em 21 de fevereiro, totalizando 490,8 mm; também foi identificada uma ZCOU em dezembro. Em novembro de 1995, segundo o descrito no Climanálise (vol. 10, n. 11, 1995), a associação de cavados favoreceu as regiões Norte e Centro-Oeste e interior das Regiões Sul e Sudeste, com a formação de ZCAS nos períodos de 1 a 5 de novembro e os dias 11 e 14. Foi um ano caracterizado pela atuação do fenômeno La Niña, resultando em precipitações abaixo da média.

Como no mês anterior, a atuação da Zona de Convergência foi intensa em dezembro, apresentando três casos de ZCAS no sudeste, de 5 a 10, 13 a 16 e 26 a 31, sendo que a última prolongou-se até janeiro de 1996, como pode ser verificado na Tabela 59, resultado da entrada de uma frente fria que intensificou a nebulosidade, já intensificando a estabilidade do sistema frontal, provocando, segundo Climanálise (vol. 10, n. 12, 1995), "a organização da convecção tropical no interior do continente, nas Regiões Norte e Centro-Oeste, estendendo-se até a Região Sudeste, caracterizando a ZCAS".

Tabela 57: Distribuição das chuvas em 1992.

Dias	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1	42,3	49,9	9,8	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	6,4	7,4	16,8
2	0,0	29,7	4,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	16,2	2,6	28,8
3	1,0	54,3	3,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	13,8	34,0	0,0
4	0,7	23,6	0,0	23,6	12,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,3
5	10,6	42,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	13,4	9,8
6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	15,4	0,0	2,1	43,7
7	0,0	32,4	0,0	1,0	2,8	0,0	0,0	0,0	3,0	5,8	1,8	7,0
8	0,0	1,4	0,0	2,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	39,0	0,0	7,1
9	0,0	0,1	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	0,0	1,6
10	20,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	13,2	0,4
11	28,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	8,0	0,0	7,3
12	18,1	0,0	12,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	0,4	0,0	8,2
13	7,8	10,6	1,2	14,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,3	0,0	0,0
14	21,6	4,6	7,2	2,2	12,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	23,6
15	13,0	0,0	2,3	7,6	6,6	0,0	0,0	0,0	10,8	2,6	0,0	0,0
16	22,6	0,0	0,1	11,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	4,8	0,0
17	32,9	0,0	33,3	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	4,4	0,0	0,0
18	24,4	0,0	0,0	1,4	0,0	0,0	0,0	0,0	7,2	6,4	0,0	29,2
19	5,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	4,8	19,6	0,0	0,0	24,2
20	0,0	8,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
21	31,2	0,0	0,0	9,3	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	13,2
22	10,3	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	5,0	0,0
23	15,7	12,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	48,0	0,0
24	36,6	0,0	0,0	32,0	10,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0
25	0,0	0,0	14,4	9,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,4	0,0	10,2
26	0,0	83,6	7,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,4	0,0	36,8	1,6
27	54,0	0,7	0,7	2,6	0,0	0,0	0,0	0,0	6,2	0,0	3,5	10,0
28	0,0	25,6	13,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,4	0,0	0,2	14,2
29	0,0	4,6	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	13,6	0,0	31,0
30	2,2	////	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,2	0,0	20,2
31	0,3	////	0,0	////	0,0	////	0,0	0,0	////	15,1	////	0,2
Total	398,8	385,6	112,9	119,5	46,2	0,0	0,0	4,8	80,9	148,5	172,8	318
Máx.	54,0	83,6	33,3	32,0	12,8	0,0	0,0	4,8	19,6	39,0	48,0	43,7

Fonte: 5º Distrito de meteorologia estação Uberlândia. Org.: Silva (2012).

Tabela 58: Distribuição das chuvas em 1993.

Dias	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1	0,0	1,4	0,0	0,0	0,0	43,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	0,0	0,0	0,0	6,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	0,0	0,0
3	0,0	0,0	4,4	2,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	30,4	0,0	0,0
4	0,0	23,8	0,0	8,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5	0,0	3,6	0,0	7,4	0,0	17,2	0,0	0,0	0,0	24,6	0,0	2,2
6	0,0	66,4	0,0	7,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	21,8	0,0
7	7,6	2,8	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	2,6
8	19,6	12,8	0,0	1,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,8	0,0
9	2,4	7,2	0,0	8,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	13,0
10	19,2	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,2	51,2
11	9,8	4,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	27,2
12	7,0	8,2	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	39,2
13	2,2	0,0	3,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
14	0,0	42,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,4
15	0,0	30,2	0,0	4,8	23,0	0,0	0,0	2,4	0,0	0,0	0,0	0,0
16	0,0	9,4	10,6	35,4	0,0	0,0	0,0	1,4	0,0	0,0	38,4	4,0
17	0,0	7,8	0,0	1,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	56,4	0,0	9,0
18	21,4	7,6	16,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	31,1
19	9,8	0,6	1,8	19,6	0,0	11,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	19,3
20	23,8	15,4	0,0	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,2
21	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,8	0,0	47,9
22	35,4	2,6	22,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,4	2,2	11,4
23	18,4	8,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	0,0	15,2
24	0,2	0,0	29,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	0,0	43,2
25	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	15,0	0,0	10,6	8,8	63,4
26	0,0	8,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	46,2	0,0	7,4
27	0,0	18,6	4,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0
28	0,0	0,0	9,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,2	14,4	10,6
29	0,0	////	14,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	18,8
30	0,0	////	7,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6
31	4,1	////	12,4	////	0,0	////	0,0	0,0	////	0,0	////	9,6
Total	180,9	285	137,8	107,2	23,0	72,2	0	18,8	0,0	197,8	98,6	433,5
Máx.	35,4	66,4	29,8	35,4	23,0	43,2	0	15	0,0	56,4	38,4	63,4

Fonte: 5º Distrito de meteorologia estação Uberlândia. Org.: Silva (2012).

Tabela 59: Distribuição das chuvas em 1994.

Dias	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1	11,6	0,0	0,4	13,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	0,2	0,0	4,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3	34,8	0,0	4,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4	17,0	0,0	13,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,4	0,0	0,0	0,0
5	58,8	0,0	16,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6	10,0	5,2	25,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,8
7	3,4	0,0	4,7	3,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,2	0,0	29,6
8	45,8	7,6	0,4	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,8	1,6	33,6
9	1,8	1,4	7,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	13,6
10	6,8	17,4	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	7,2
11	13,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	20,4	0,0
12	28,6	10,6	15,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
13	0,0	24,8	18,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
14	41,2	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	56,2	0,0
15	25,2	1,2	5,8	0,0	9,2	0,0	0,0	0,0	0,0	12,4	0,8	0,0
16	2,2	0,0	0,0	3,4	2,4	0,0	0,0	0,0	0,0	10,2	7,8	43,0
17	0,0	0,0	2,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	30,2	11,8
18	12,8	22,6	2,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,7	3,4	2,4
19	1,3	5,0	10,6	1,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,8	9,0
20	0,0	1,4	50,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	28,8	4,6
21	0,0	0,0	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,6	0,0	23,8
22	0,0	10,8	6,8	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,4
23	38,2	11,0	0,0	0,0	0,0	4,0	9,4	0,0	0,0	0,0	0,0	76,2
24	6,9	9,6	11,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,6	61,6
25	1,4	0,0	76,4	0,0	0,0	2,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0
26	0,5	3,4	3,4	0,0	16,8	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5
27	16,6	10,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0
28	0,0	0,0	0,0	0,0	7,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,1	0,0
29	0,0	////	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
30	6,4	////	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,2	13,8
31	0,0	////	0,0	////	0,0	////	0,0	0,0	////	0,0	////	0,0
Total	384,9	142,6	285,2	26,6	35,9	9,4	9,4	0,0	7,4	47,9	177,3	351,9
Máx.	58,8	24,8	76,4	13,6	16,8	4,0	9,4	0,0	7,4	12,8	56,2	76,2

Fonte: 5º Distrito de meteorologia estação Uberlândia. Org.: Silva (2012).

Tabela 60: Ação das ZCAS em 1995.

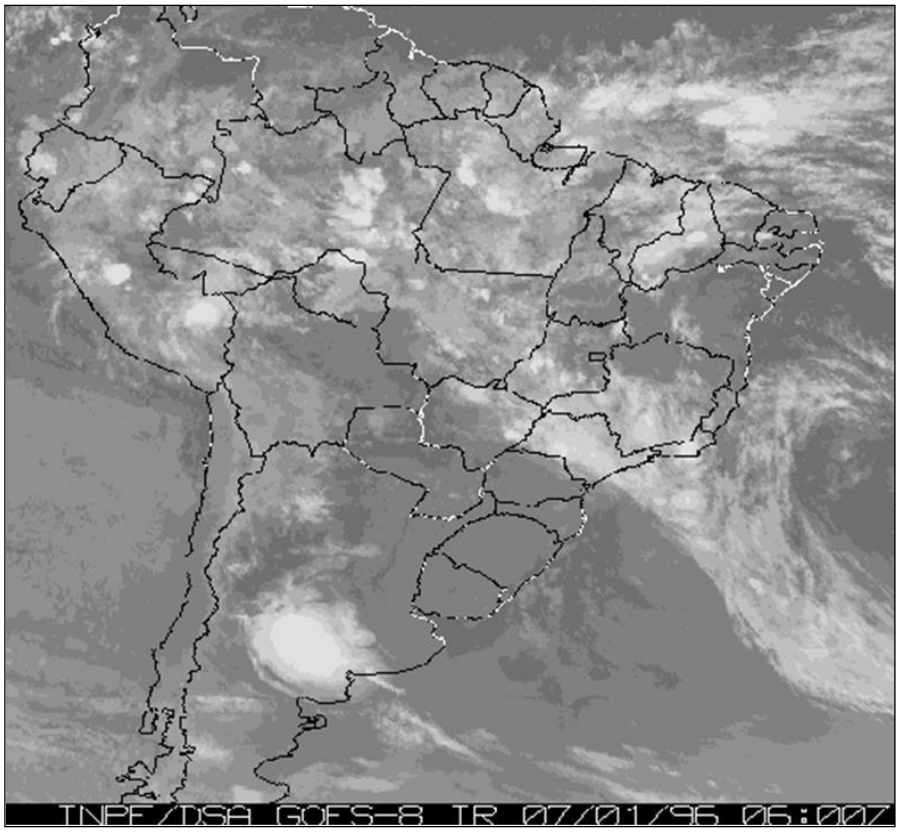
Dias	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1	4,8	1,4	35,4	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**16,4**	0,0
2	0,0	5,8	0,0	6,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**18,6**	9,4
3	38,4	36,6	0,0	1,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**9,4**	5,2
4	15,8	30,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**2,6**	32,8
5	31,6	69,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**	**0,0**
6	0,2	14,8	0,0	3,4	60,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**
7	0,0	62,4	8,4	1,0	55,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	**28,4**
8	0,6	44,4	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,6**
9	0,0	18,2	0,0	2,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**
10	39,8	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	0,0	**0,0**
11	0,0	40,2	0,0	0,0	5,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**	0,0
12	0,0	4,4	0,0	21,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**14,4**	*13,0*
13	0,0	5,6	0,0	3,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	**16,7**	*57,4*
14	0,0	4,0	6,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	21,9	**0,4**	*37,2*
15	0,0	0,4	12,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,8	1,2	0,0
16	0,0	19,4	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
17	0,0	15,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	26,6
18	37,4	17,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,1	0,0	2,8
19	2,4	1,8	30,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	0,0	0,0	0,8
20	10,4	16,4	20,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,8	0,0
21	0,0	8,8	0,0	3,2	0,0	0,0	1,6	0,0	0,0	12,2	0,0	0,0
22	15,0	0,0	53,4	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,6
23	3,0	0,0	25,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6
24	0,0	0,0	11,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,0	4,6
25	1,6	3,4	34,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	6,4
26	13,4	1,8	0,0	1,6	0,0	2,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**5,2**
27	0,0	0,0	0,0	3,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**35,2**
28	8,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	37,0	**1,4**
29	7,6	////	0,0	3,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,6	**19,4**
30	56,6	////	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	18,9	0,0	**8,2**
31	0,8	////	0,0	////	0,0	////	0,0	0,0	////	4,5	////	**7,4**
Total	288	422	239	57,1	122	3,4	1,6	0	4,2	73,3	134	308
Máx.	56,6	69	53,4	21,6	60,8	2,6	1,6	0	4,2	21,9	37	57,4

Fonte: 5º Distrito de meteorologia estação Uberlândia. Org.: Silva (2012).

4.1.2 Ação das ZCAS em 1996

O início do ano foi caracterizado por duas ZCAS (1 a 11 e 16 a 21), considerando-se que a primeira iniciou em dezembro do ano anterior, alimentadas pelos sistemas frontais (Figura 17), que permaneceram semiestacionados ao sul da Bahia (CLIMANÁLISE, vol. 11, n. 1, 1996).

Figura 17: Imagem das 06:00 UTC de 07/01/96.



Fonte: Boletim Climanálise acesso em 15/09/2012, disponível em http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/0196/figI.html

Durante o mês de fevereiro, apesar de ter atuado do dia 3 a 25 a ZCAS, na região sudeste, não influenciou a região do Triângulo Mineiro. As precipitações ocorridas resultaram da ação dos sistemas frontais associados a cinco VCANs atuantes sobre a região Nordeste. Março apresentou a ocorrência de uma ZCAS entre os dias 1 a 11, resultado da ação de sistemas frontais que se fixaram sobre as regiões Sudeste e Central no início do mês. As chuvas ocorridas em setembro foram características da transição do inverno para a primavera, resultando da interação da *m*P e da convecção do sistema tropical. Novembro foi

caracterizado pelo deslocamento de frentes frias que interagiram com a convecção tropical, provocando chuvas durante o decorrer do mês.

Tabela 61: Ação das ZCAS em 1996.

Dias	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1	**26,8**	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	24,0	0,0
2	**23,8**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,2	0,0	0,0	56,5
3	**25,4**	0,0	**0,4**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,5	3,9
4	**38,0**	**20,4**	**3,0**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	45,8	0,0	54,8	7,5
5	**0,2**	**0,0**	**0,4**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,4	0,0	0,0	0,0
6	**7,8**	**5,6**	**1,6**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,6	0,0	0,0	0,0
7	**13,0**	**23,6**	**8,0**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,5	0,0	0,8
8	**9,8**	**1,6**	**14,0**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
9	**4,8**	**0,0**	**36,2**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1
10	**30,4**	**0,0**	**10,4**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,8	0,0	0,0	0,0
11	**4,2**	**0,0**	**21,8**	0,0	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	34,3
12	**1,2**	**25,8**	**7,6**	17,8	0,0	0,0	0,0	0,0	9,0	9,5	0,0	15,5
13	**28,2**	**0,0**	**4,2**	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0	0,4
14	0,0	**0,0**	0,0	10,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	1,0
15	0,0	**4,0**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,8	9,3	0,0	0,0	0,0
16	0,0	**0,0**	0,0	4,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,6	12,8
17	0,0	**0,0**	9,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	40,0	12,0
18	0,0	**0,0**	12,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,0	0,0
19	0,0	**0,0**	1,4	0,0	32,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4	0,0
20	0,0	**5,6**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	31,6	0,0
21	**13,8**	**3,6**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	27,1	13,3
22	**1,0**	**0,0**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	60,0	0,0
23	**20,6**	**19,6**	14,4	0,0	15,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	23,7
24	**27,0**	**0,0**	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0	0,8
25	0,0	**0,0**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,5
26	0,0	0,0	0,0	0,0	3,3	0,0	0,0	0,0	1,6	19,5	0,0	18,8
27	0,0	0,0	31,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,0	0,0	0,0
28	3,8	8,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
29	0,0	18,6	0,0	0,0	0,0	8,4	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	10,8
30	0,0	////	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,3	0,0	15,6
31	0,0	////	0,0	////	0,0	////	6,8	0,0	0,0	0,0	////	3,3
Total	279,8	137,6	176,6	32,8	56,1	8,4	6,8	6,9	86,7	48,4	257,6	238,6
Máx.	38,0	25,8	36,2	17,8	32,5	8,4	6,8	6,8	45,8	19,5	60,0	56,5

Fonte: LCRH. Org.: Silva (2012).

A seguir, serão apresentados os eventos das ZCAS no ano de 1997, bem como os efeitos das precipitações sobre a cidade.

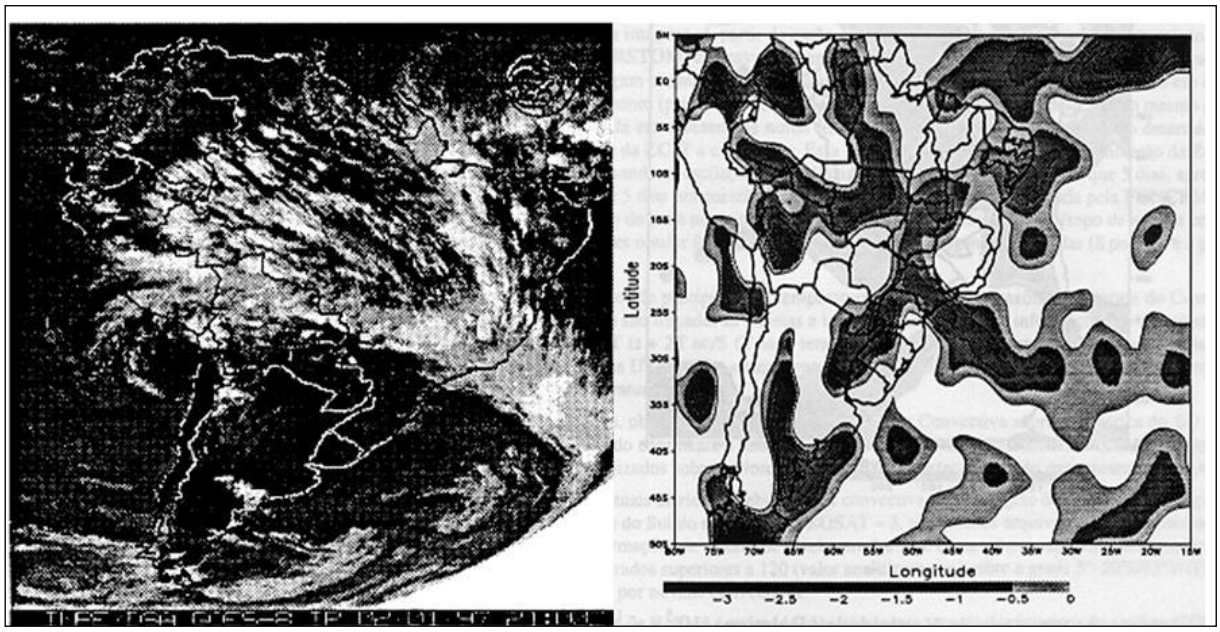
4.1.3 Ação das ZCAS em 1997

No primeiro mês do ano ocorreram duas ZCAS, a primeira de 2 a 8 e a segunda de 20 a 29 de janeiro (Figura 18). Em ambas as imagens fica nítida a orientação de nebulosidade no

sentido NW-SE, alimentada por sistemas frontais. Em fevereiro, os totais pluviométricos ficaram abaixo da média; mesmo assim, a precipitação ocorrida no dia 24 causou uma precipitação concentrada de 36,4 mm.

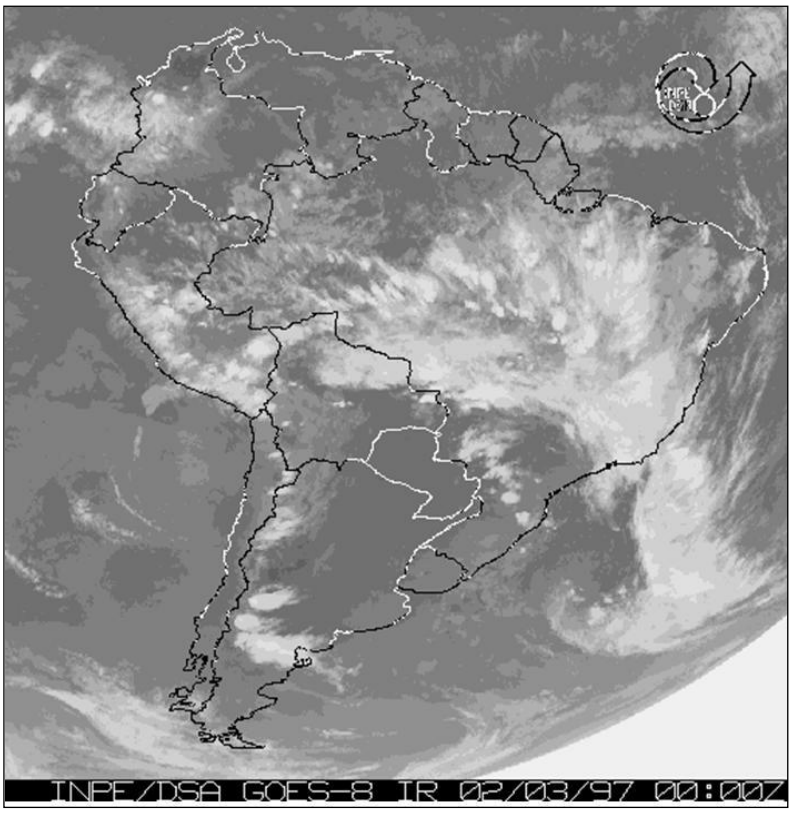
Março teve a ação de duas ZCAS, a primeira iniciada no dia 1° a 5 e a segunda de 15 a 23 (Figura 19), segundo o Climanálise (vol. 12, n. 3, 1997). Contudo, verificou-se que na cidade de Uberlândia a convergência de umidade atuou só nos dois primeiros dias, provocando uma precipitação concentrada de 73 mm no dia 14, resultado do choque dos sistemas frontais na cidade e o posterior estabelecimento da ZCAS no dia seguinte. Os impactos podem ser observados em toda a cidade, principalmente nas avenidas Rondon Pacheco (Mosaico 3) e Getúlio Vargas. Segundo relatos da Defesa Civil, foram registradas 16 ocorrências destas, com o desabamento de duas casas.

Figura 18: Imagem do Satélite GOES-8 no canal infravermelho das 21 UTC do dia 2 de jan./97 e Convergência de Massa (10-5 x s-1), no nível de 925 hPa para o dia 22 de jan./97, às 12 UTC.



Fonte: Climanálise, disponível em < http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/0197/fig33II.html> e <http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/0197/fig33VI.html > acesso em 15/09/2012.

Figura 19: Imagem do satélite GOES-8 mostra a ação da ZCAS no canal do Infravermelho das 00 UTC de 02/03/97.



Fonte: Climanálise disponível em <http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/0397/fig34_I.html > acesso em 15/092012.

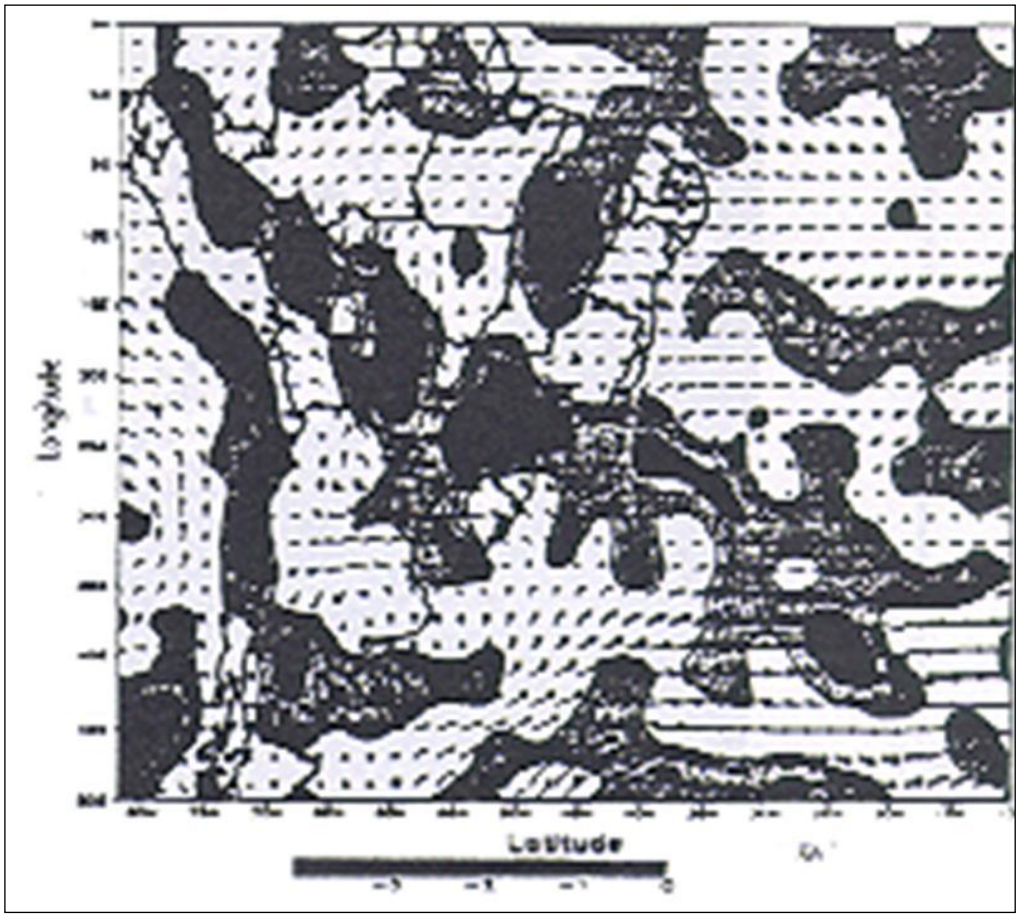
Mosaico 3: Inundação e enxurrada na Av. Rondon Pacheco, 14/03/1997.



Fonte: Adaptado de Arquivo Publico Municipal / Correio de Uberlândia. Org.: Silva (2012).

As chuvas ocorridas em outubro, a partir do dia 19, foram resultado da ação de um sistema frontal Climanálise (out. 1997). Novembro teve a ocorrência de uma ZCAS entre os dias 14 e 19. O avanço de uma frente fria (Figura 20) provocou o fim do evento; contudo, como pode ser observado na Tabela 60, provocou chuvas até o final do mês.

Figura 20: Avanço da MP.



Fonte: Climanálise disponível em http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/1197/figIII.html acesso em 15/09/2012.

As chuvas concentradas de dezembro resultaram da ação de oito sistemas frontais atuantes no mês. Segundo Climanálise (vol. 12, n. 12, 1997), o maior impacto resultou de uma precipitação concentrada ocorrida no dia 8 de dezembro, que totalizou 96,8 mm, 50,6 mm até as 21h no 5º Distrito de Meteorologia e 122,3 mm na estação da ANA, resultado da ação de uma pré-frontal. Esse evento quebrou com a calmaria de vários anos e causou também impactos nas avenidas Getulio Vargas, Segismundo Pereira e João Naves de Ávila.

Tabela 62: Ação das ZCAS em 1997.

Dias	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1	**4,5**	4,3	**44,9**	24,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	68,9
2	**24,0**	4,3	**32,3**	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,2	0,0	4,6
3	**62,2**	6,5	**5,6**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,2
4	**19,1**	6,8	**1,6**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2
5	**6,6**	0,0	**4,2**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6	**16,3**	0,0	**33,0**	0,0	0,0	52,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,5
7	**4,3**	24,9	**0,0**	21,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,0
8	**6,6**	0,8	**1,1**	6,3	0,0	5,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	96,8
9	0,0	1,3	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,6
10	15,4	0,0	7,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	0,0
11	1,7	4,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
12	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0	54,5	0,0
13	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4
14	5,9	0,0	**84,5**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	**16,3**	8,2
15	1,0	0,0	**41,4**	0,0	0,0	26,7	0,0	0,0	0,0	0,0	**27,8**	14,5
16	0,1	0,0	**4,6**	0,0	0,0	17,4	0,0	0,0	7,2	0,0	**1,4**	9,5
17	0,0	0,5	**0,2**	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	**0,0**	4,0
18	0,0	10,9	**0,0**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**15,1**	0,0
19	1,3	0,0	**0,0**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,4	**6,4**	3,0
20	**4,0**	0,0	**1,3**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,0	7,3	0,3
21	**0,0**	0,0	**0,0**	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	3,4	52,7	0,0	0,0
22	**23,1**	0,0	**0,0**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,5	27,4	0,0
23	**0,0**	0,0	**0,0**	34,7	7,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
24	**0,0**	36,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
25	**0,0**	10,3	0,8	0,0	9,2	0,0	0,0	0,0	3,6	0,0	59,2	12,3
26	**40,6**	0,0	0,0	0,0	5,3	0,0	0,0	0,0	3,9	0,5	31,8	4,1
27	**4,3**	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	8,2	6,7	3,3
28	**9,9**	0,0	3,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	0,0	0,0	4,3
29	**15,7**	////	1,4	16,8	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	38,5	0,2
30	**7,1**	////	40,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,8	0,0	10,5	0,0
31	**0,0**	////	40,3	////	0,0	////	0,0	0,0	////	0,0	////	0,9
Total	273,7	111,6	349,3	107,1	23,4	105,8	0,0	0,0	28,2	90,5	305,2	268,8
Máx.	62,2	36,5	84,5	34,7	9,2	52,5	0,0	0,0	7,8	52,7	59,2	96,8

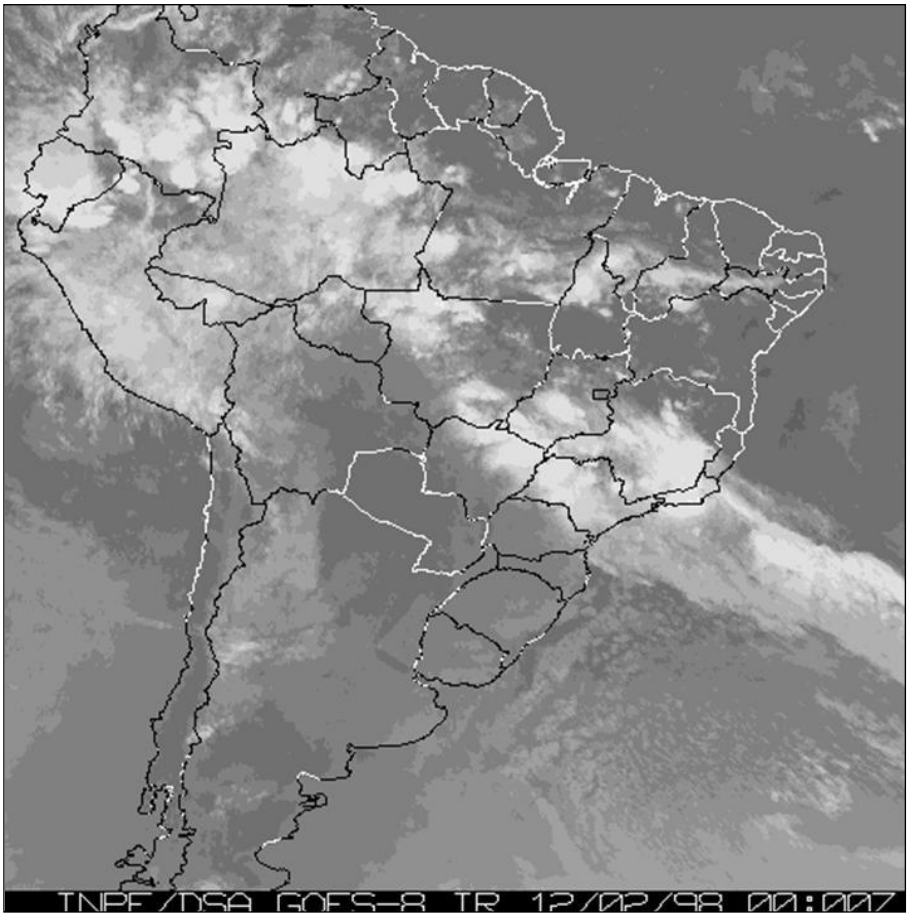
Fonte: LCRH. Org.: Silva (2012).

4.1.4 Ação das ZCAS em 1998

A ação de um anticiclone na região Sul provocou a diminuição da temperatura na região Sudeste, associando-se a uma instabilidade tropical, provocando a formação de uma ZCAS de 12 a 16 de fevereiro (Figura 21). A única ZCAS que atuou em novembro (20 a 25) ficou restrita à região norte de Minas Gerais e Sul da Bahia, não tendo ação na região do Triângulo Mineiro. A ação do El Niño, em 1998, tornou irregular a distribuição das chuvas e,

consequentemente, não ocorreram precipitações concentradas que provocassem impactos na infraestrutura urbana.

Figura 21: Imagem do satélite GOES-8 dia 12/02/1998.



Fonte: Climanálise disponível em <http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/0298/fig2.8.4.html> acesso em 15/09/2012.

Tabela 63: Ação das ZCAS em 1998.

Dias	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1	11,3	0,0	11,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	0,3	0,9	0,0	2,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	25,8	11,1
3	0,6	0,0	10,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	25,8	0,0	0,0
4	0,6	22,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5	0,0	0,3	0,0	9,5	15,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,0	12,7
6	0,0	11,1	2,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	7,8	0,8	30,8
7	46,5	31,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,4	0,0	0,0	0,0	39,0
8	1,2	12,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,3	0,0	4,6	4,6	47,0
9	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	36,5	0,0	8,0	8,0	0,0
10	10,0	5,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,3	0,0	0,0	0,0	11,8
11	0,0	6,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,6	0,5
12	0,0	**21,7**	0,0	15,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,6	0,0	0,0
13	0,0	**5,5**	18,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	15,8
14	2,2	**13,3**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2
15	4,6	**3,1**	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	14,3
16	0,0	**3,8**	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	5,2	14,8	9,4
17	7,8	8,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	22,4	12,8	0,0
18	2,7	0,0	15,0	7,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,0
19	3,2	0,0	13,8	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,5
20	10,0	0,0	4,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**	0,0
21	0,0	0,0	4,1	0,0	0,0	33,3	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**	4,6
22	7,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**	0,0
23	0,8	5,8	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**	2,4
24	0,0	2,5	14,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**	7,6
25	0,3	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,6	4,0	**4,0**	18,0
26	0,0	0,0	4,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	2,5	2,5	5,5
27	1,8	2,7	0,0	0,7	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,2	5,2	0,0
28	0,0	0,0	0,0	0,3	0,9	0,0	0,0	0,0	1,6	3,4	6,2	11,8
29	4,1	////	0,0	27,3	33,8	0,0	0,0	0,0	0,4	2,8	26,3	6,9
30	0,5	////	0,0	4,6	7,2	0,0	0,0	0,0	0,3	68,1	41,8	8,2
31	0,3	////	0,0	////	0,0	////	0,0	0,0	////	3,6	11,6	19,0
Total	120,8	160,0	99,6	68,5	58,8	33,3	0,0	63,7	4,2	165,0	173,0	295,1
Máx.	46,5	31,5	18,0	27,3	33,8	33,3	0,0	36,5	1,6	68,1	41,8	47,0

Fonte: LCRH. Org.: Silva (2012).

4.1.5 Ação das ZCAS em 1999

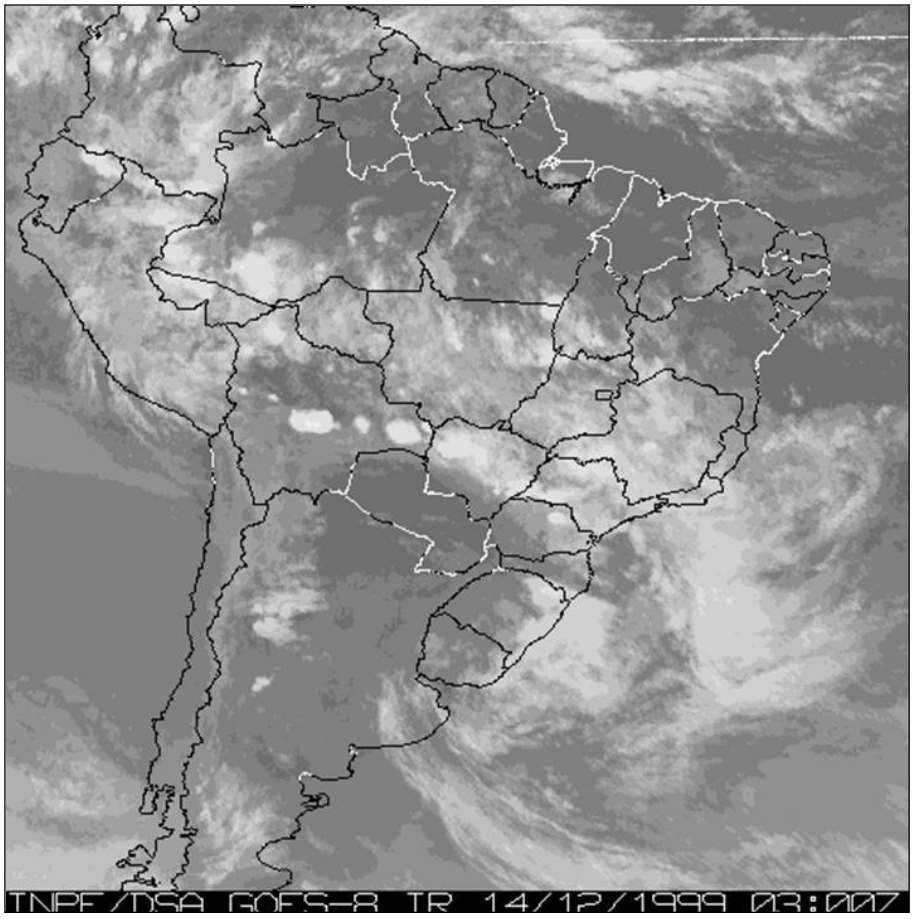
Em janeiro, a ZCAS atuou de 6 a 18; nesse período, segundo o Climanálise (vol. 14, n. 1, 1999), atuaram três sistemas frontais que produziram chuvas. No mês de fevereiro, a identificação das ZCAS foi mais difícil pelos modelos utilizados; nesse caso, pelo apresentado na tese, esse evento foi classificado como ZCOU. Segue a análise elaborada pelo Climanálise (1999).

> A nebulosidade desses sistemas é notada nos campos pentadais [...] Nos últimos três dias de fevereiro observou-se a banda de nebulosidade cobrindo os Estados de Rondônia, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Goiás e, estendendo-se sobre o Oceano Atlântico pelos Estados de São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro [...] Embora estes campos tenham determinado a configuração de uma Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), o modelo conceitual clássico não é observado. Analisando os campos mostrados [...] em baixos níveis não ocorreu a advecção de ar frio ao sul de um sistema frontal, que poderia estar estacionado sobre o litoral de São Paulo. Em 250 hPa nota-se a presença da Alta da Bolívia centrada em 20ºS e 67ºW, mas sobre o nordeste da Região Nordeste observa-se uma região anticiclônica, diferindo de uma situação de ZCAS clássica. Porém, nota-se um cavado sobre o sul do Brasil e uma circulação anticiclônica ao norte deste, em 500 hPa e 250 hPa, convergência em Baixos Níveis no Centro Oeste e sul do Brasil e divergência em Altos Níveis nas áreas anticiclônicas (CLIMANÁLISE, 1999, vol. 14, n. 1, p. s/p).

No dia 3 de março, uma chuva totalizou 34,5 mm e impactou a região do Morumbi, Prosperidade e Dom Almir. Também merece destaque a precipitação isolada e concentrada ocorrida no dia 14 de abril, no qual precipitou 35,2 mm, que impactou a região central, a periferia da cidade e causou enxurrada na Avenida Getulio Vargas.

De outubro a novembro de 1999, não teve atuação de ZCAS na cidade de Uberlândia, como pode ser observado na Tabela 64. O evento do dia 9 de novembro, resultado da ação de uma MP, provocou uma chuva frontal de 114,6 mm, que impactou nos bairros Morumbi, Dom Almir, Seringueiras, São Jorge, no Centro da cidade e na Avenida Profa. Minervina Cândida, causando alagamentos e enxurradas. Em dezembro, houve dois eventos (8 a 14 e 16 a 20).

Figura 22: Ação das ZCAS no dia 14/12/1999.



Fonte: Climanálise disponível em <http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/1299/fig2.8.2.html> acesso em 15/19/2012.

No dia 13, com a expansão da MP, possibilitou-se a formação de uma IT, que atuou em quase todo o território brasileiro. Na cidade de Uberlândia, provocou chuva durante o dia, concentrando mais à noite. Iniciada às 20h 25', durou até as 20h 50', concentrando 33 mm e totalizando 39,1 mm no decorrer do dia.

No decorrer de dezembro, foram identificadas duas ZCAS (8 a 14 e de 16 a 20); mas, como pode ser verificado não causaram chuvas intensas. No dia 23 de dezembro, uma precipitação concentrada de 30,4 mm causou grandes impactos na cidade no início da noite, totalizando 65,4 mm. A área mais afetada foi o Setor Oeste, dos bairros Jardim Brasília, Roosevelt, a Avenida Professor Roberto Cunha Santos, paralela à Profª Minervina Cândida e Br 365 (Cf. Fotografia 10).

Fotografia 10: Av. Professor Roberto Cunha Santos, 23/12/1999.



Fonte: Arquivo Público Municipal / Correio de Uberlândia.

Tabela 64: Ação das ZCAS em 1999.

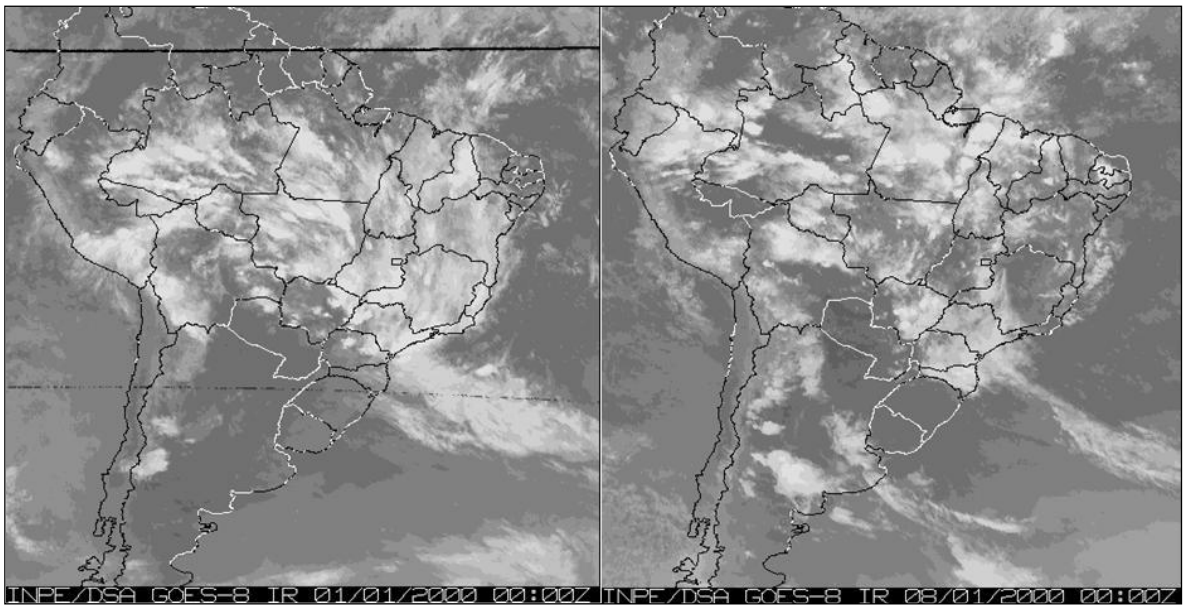
Dias	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1	33,2	0,0	6,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**	**0,0**
2	38,8	16,6	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**	**0,0**
3	16,5	0,0	7,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**	**0,0**
4	9,0	0,0	34,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,8	0,0	3,8
5	1,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,8	39,8
6	**55,0**	12,0	41,8	8,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,8	0,0
7	**42,0**	0,0	1,2	3,4	9,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	7,8
8	**3,0**	2,8	2,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**17,6**
9	**1,0**	0,0	11,4	1,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	114,7	**0,8**
10	**15,0**	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	19,6	0,0	17,6	**0,0**
11	**0,0**	0,0	8,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,6**
12	**0,0**	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	52,3	**0,8**
13	**0,0**	40,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	14,4	0,0	39,1	**0,2**
14	**0,0**	4,0	0,0	35,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	14,0	**3,3**
15	**23,4**	0,0	0,6	0,3	0,0	8,8	0,0	0,0	18,6	0,0	0,0	0,0
16	**14,1**	0,0	0,0	1,7	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1	0,0	0,0	**0,0**
17	**20,8**	14,6	18,0	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	21,0	**0,0**	**0,0**
18	**0,0**	20,6	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,4	7,0	**0,0**	**0,0**
19	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	1,2	**3,0**	**0,2**
20	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	**0,2**	**4,0**
21	0,0	1,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	**2,0**	0,0
22	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	8,6	0,0	**4,6**	0,0
23	6,0	15,8	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**	**0,0**	65,4
24	0,0	0,0	19,7	1,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**	**0,0**	0,0
25	0,0	2,8	3,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**	**0,0**	6,0
26	0,0	**52,0**	3,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**5,2**	**0,4**	0,4
27	7,0	**1,5**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,1**	**0,0**	47,4
28	0,2	**6,6**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**	**0,0**	15,8
29	0,4	////	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**	**0,0**	2,0
30	0,0	////	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**	**0,0**	10,6
31	0,2	////	0,0	////	0,0	////	0,0	0,0	////	**0,0**	////	0,0
Total	287,2	191,7	162,0	57,4	9,2	8,8	0,0	0,0	69,7	45,8	258,8	226,5
Máx.	55,0	52,0	41,8	35,2	9,2	8,8	0,0	0,0	19,6	21,0	114,7	65,4

Fonte: LCRH. Org.: Silva (2012).

4.1.6 Ação das ZCAS em 2000.

Em janeiro, atuaram duas ZCAS: a primeira do 1 a 8 (Cf. Figura 23). No dia 03 e 04 ocorreram as maiores precipitações concentradas em 24h do ano. A precipitação do dia 7, sob o domínio de uma IT, provocou uma chuva de 32,8mm (17h40m – 18h40m), concentrando 30 mm em 10 minutos, causando uma forte enxurrada nas proximidades da Avenida Rondon Pacheco e na rua Paraná. No mesmo evento, foi registrado 30 mm no 5º Distrito de Meteorologia. Sob a ação da *m*TC e da MP, a segunda ZCAS que atuou de 21 a 24 não causou impactos significativos na cidade.

Figura 23: Ação das ZCAS de 1 a 8 de janeiro de 2000.



Fonte: Climanálise disponível em < http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/0100/fig2.8.2.html> acesso em 15/19/2000.

O mês de março foi marcado pela ação de nove sistemas frontais no território brasileiro, sendo dois acima da média para o mês; o terceiro atuou na região do Triângulo Mineiro; segundo Climanálise (vol.15, n. 3, 2000), o SF resultante provocou, no dia 8, uma precipitação 23,8 mm, uma chuva concentrada em 10 minutos no período da tarde causou uma enxurrada no cruzamento da rua Paraná e a avenida Rondon Pacheco, totalizando, às 21h, 26,6 mm. No dia 20 de março, a ação de SFs provocou uma precipitação de 90,8 mm, concentrando 50 mm entre as 20h e as 20h 40m, perdurando o evento até as 00 h; na estação da ANA, foi registrado um total de 55,4 mm. Dentre as áreas impactadas por fortes enxurradas, foram as principais avenidas Rondon Pacheco, Profa. Minervina Cândida e Cesário Crosara.

Tabela 65: Ação das ZCAS em 2000.

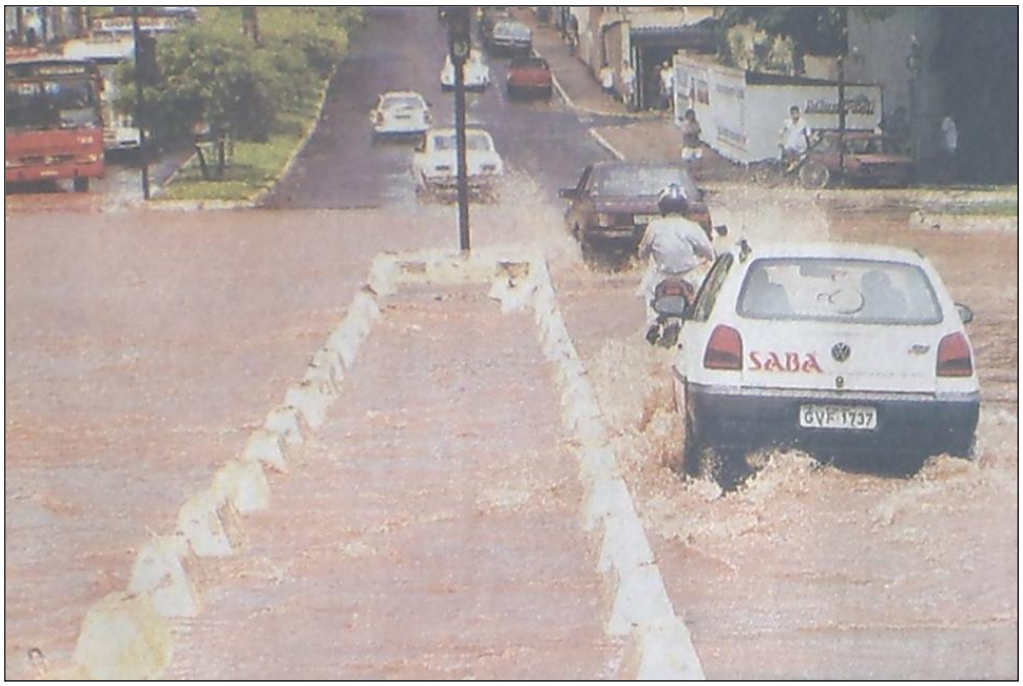
Dias	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1	**10,1**	4,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	13,0	0,0	0,0	**28,2**
2	**11,2**	40,6	*63,5*	8,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	***48,1***
3	**96,6**	8,7	*14,6*	2,4	0,0	0,0	0,0	0,0	23,2	0,0	0,0	***2,9***
4	**60,9**	18,8	*0,4*	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,4	0,0	0,0	***5,4***
5	**13,4**	7,8	0,0	2,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,6	**3,0**
6	**0,4**	**18,0**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	19,0	0,0	0,0	**0,0**
7	**33,4**	**28,0**	30,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,0	0,0	0,0	**0,0**
8	**0,0**	**35,6**	26,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**2,1**
9	0,0	**6,0**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	45,6	0,0	0,0	0,0
10	2,6	**35,0**	67,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0	0,0	43,0
11	0,0	**39,6**	17,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	55,2
12	0,0	**6,6**	24,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,5	14,0
13	0,0	**1,6**	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,6	0,0	5,3	1,0
14	0,0	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	13,8	0,0	56,9	1,4
15	0,0	0,0	0,0	2,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,8	37,2
16	0,2	0,0	55,8	8,2	0,0	0,0	3,6	0,0	0,0	0,0	5,0	15,4
17	5,9	1,0	23,4	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	12,6	0,0	0,0	**32,6**
18	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	**14,4**
19	0,6	0,0	18,8	47,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	15,0	**0,4**
20	25,2	0,0	64,0	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,4	**0,0**
21	**0,2**	1,7	75,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**
22	**0,0**	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	17,8	**0,9**
23	**0,0**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,6
24	**7,5**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,4	0,0	0,0	0,0	5,2	7,2
25	13,0	3,1	16,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
26	2,6	5,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	7,5
27	12,4	0,0	3,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,4	1,6	4,1	0,0
28	14,8	2,2	9,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
29	10,2	22,4	7,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,8	0,0	0,5	0,0	0,0
30	13,2	////	13,2	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	0,0	10,8	44,5	4,3
31	4,3	////	0,0	////	0,0	////	0,0	0,0	////	3,8	////	0,0
Total	339,5	288	532,6	72,8	0,0	0,0	14,0	7,6	153,6	16,7	183,7	329,8
Máx.	96,6	40,6	75,6	47,2	0,0	0,0	8,4	5,8	45,6	10,8	56,9	55,2

Fonte: LCRH. Org.: Silva (2012).

Novembro foi caracterizado pela atuação de seis massas de ar fria. O sistema frontal que atuou a partir do dia 9 causou chuvas, demonstrando que o sistema ficou estacionário, alimentado pelo Vórtice Ciclônico na região Nordeste (CLIMANÁLISE, vol. 15, n. 11, 2000).

Em dezembro, formaram-se duas ZCAS: a primeira atuou desde o primeiro dia do mês até o dia 8; na cidade, a maior precipitação foi no dia 2, totalizando 44,6 mm no período da tarde. No segundo caso de ZCAS, de 17 a 22, segundo (CLIMANÁLISE, vol. 15, n. 12, 2000) resultou da "convergência de umidade em baixos e médios níveis". No dia 17 de dezembro, uma precipitação de 45,8 mm, sendo 21,2 mm, concentrado no período da tarde, causou estragos na região central, removendo asfalto nas ruas Eduardo Oliveira com Quintino Bocaiúva.

Fotografia 11: Enxurrada e alagamento no cruzamento da Av. Rondon Pacheco com rua Paraná 08/03/2000.



Fonte: Arquivo Publico Municipal / Correio de Uberlândia. Org.: Silva (2012).

Fotografia 12: Asfalto removido pela enxurrada.



Fonte: Arquivo Publico Municipal / Correio de Uberlândia 23/03/2000. Org.: Silva (2012).

4.1.7 Ação das ZCAS em 2001.

Durante o mês de janeiro, ocorreu uma ZCAS (1 a 4), como pode ser observado na Tabela 64. No dia 2 de janeiro, totalizou 66,5 mm (sendo 51,6 mm no período da tarde) na UFU e 92,8 mm no 5º Distrito de Meteorologia, sendo concentrados 66.5 mm no período da tarde e 28,6 mm na estação da ANA. A enxurrada provocada pelo volume precipitado destruiu a massa asfáltica em vários trechos da Avenida Profa. Minervina Cândida.

Dos sete sistemas frontais que atuaram nesse mês, o que chegou à região do Triângulo Mineiro no dia 22 do mesmo mês provocou uma precipitação de 52,8 mm, registrada na UFU. Causou uma grande enchente na Avenida Rondon Pacheco. Outros registros dessa precipitação foram 19,3 mm, na estação da ANA, e 53,4 mm no 5º Distrito de Meteorologia. A distribuição espacial da chuva demonstra que maior incidência ocorreu no setor leste da cidade.

Em 7 de fevereiro, um SF provocou uma chuva de 40,2 mm, concentrada em 40' no final da tarde, que resultou em enxurradas nas principais avenidas, com destaque para as Avenidas Anselmo Alves dos Santos (Próximo à Prefeitura Municipal) e Rondon Pacheco, apresentando inundação no bairro Pampulha (principalmente na rua Carvalho Mendonça) e quedas de árvores nos bairros Segismundo Pereira e Vigilato Pereira (*Correio de Uberlândia*, 8 fev. 2001).

Em reportagem do jornal *Correio de Uberlândia*, Serafim (2001, B1) afirma que o secretário de obras Orlando Resende comenta que o problema das enxurradas e inundações são resultado da falta de planejamento das vias pluviais, e acrescenta, ainda, que "O problema é que a cidade foi crescendo sem preocupação com a infra-estrutura e este é o resultado [...] é necessário que a cidade desenvolva com planejamento". Essa fala demonstra nitidamente que as causas são conhecidas, porém a execução deixa muito a desejar para a solução dos problemas decorrentes das precipitações concentradas.

Tabela 66: Ação das ZCAS em 2001.

Dias	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1	**34,9**	11,5	0,0	1,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,6	**32,2**	39,6
2	**66,5**	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	**2,0**	0,0
3	**15,4**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	**8,3**	0,0
4	**0,4**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**2,4**	0,0
5	0,0	0,0	20,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**7,4**	0,0
6	0,0	0,0	4,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**	35,5
7	0,0	40,2	3,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,4
8	0,0	0,1	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0	3,4
9	0,0	0,4	30,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	44,0	2,9	10,0
10	1,4	5,0	5,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0
11	0,6	0,0	11,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
12	0,6	0,0	4,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	0,4	0,0
13	13,4	7,3	47,4	0,0	0,0	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	1,4
14	0,4	0,4	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,0	3,5
15	0,0	0,2	3,0	12,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,7	0,3	9,2	4,2
16	0,0	17,8	0,0	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	22,8	0,0	**0,0**	0,0
17	0,0	0,0	0,0	0,0	18,4	0,0	0,0	0,0	1,6	0,3	**0,0**	**10,1**
18	0,0	8,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,6	**5,6**	**6,8**
19	0,0	0,0	9,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**36,0**	**0,6**
20	4,4	0,0	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,0	**0,2**	**0,0**
21	0,0	8,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**	**2,2**
22	21,1	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	15,9	0,0	**20,5**
23	46,9	0,0	5,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1	0,2
24	7,6	8,4	0,0	0,0	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**33,2**
25	0,0	3,2	0,0	0,0	18,0	0,0	0,0	4,4	0,0	0,0	10,0	***35,6***
26	3,4	0,0	11,2	0,0	0,0	0,0	0,0	11,6	21,2	0,0	11,0	***0,8***
27	32,8	0,0	8,4	0,0	12,2	0,0	0,0	0,6	7,8	0,0	0,0	**1,8**
28	0,0	16,6	0,0	0,0	17,6	0,0	0,0	9,1	0,0	0,0	0,0	**2,8**
29	0,0	////	5,4	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	17,2	0,0	3,5	**88,0**
30	6,8	////	9,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,5	15,5
31	0,0	////	1,6	////	0,0	////	0,0	0,0	////	0,0	////	0,0
Total	256,6	127,5	183,6	15,7	67,8	1,3	0	27,5	73,3	83,1	146,2	319,1
Máx.	66,5	40,2	47,4	12,0	18,4	1,3	0,0	11,6	22,8	44,0	36,0	88,0

Fonte: LCRH. Org.: Silva (2012).

As chuvas registradas no mês de outubro resultaram da ação da MP que, segundo Climanálise (vol. 16, n. 10, 2001), atuaram nos 10 e 22. A precipitação de 44 mm do dia 9 resultou da chegada da pré-frontal na região do Triângulo Mineiro.

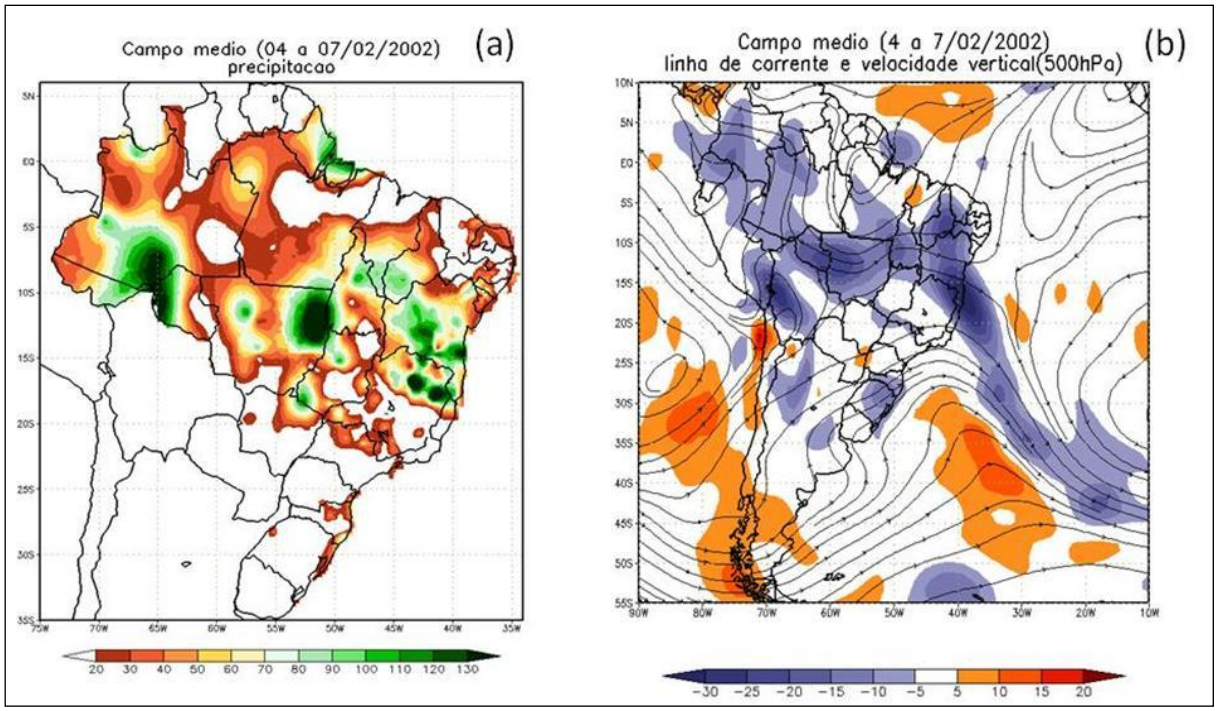
Em novembro, teve a atuação de uma ZCAS de 1 a 6 e dfe 16 a 21, porém com ela atuou somente três dias (18 a 21); na região, foi classificada como ZCOU. Dezembro também registrou a formação de duas ZCAS: a primeira de 17 a 21 e a segunda de 24 a 28. Apesar do volume acumulado em 24 h, principalmente no segundo episódio, não foi registrado na mídia nenhum impacto.

4.1.8 Ação das ZCAS em 2002

O mês de janeiro manteve a média histórica para a atuação dos sistemas frontais, totalizando seis. O terceiro SFs, caracterizado também como NZCAS, permaneceu estável até o dia 19 (CLIMANÁLISE, vol. 17, n.1, 2002). Esse evento provocou, no dia 14, uma chuva sobre a cidade de 147 mm assim distribuídos: 31 mm até as 9h a 49,4 na leitura das 15h, no período do dia e entre 20h 20’ e 21h totalizou 77,4 mm e durante a madruga 20,2 mm.

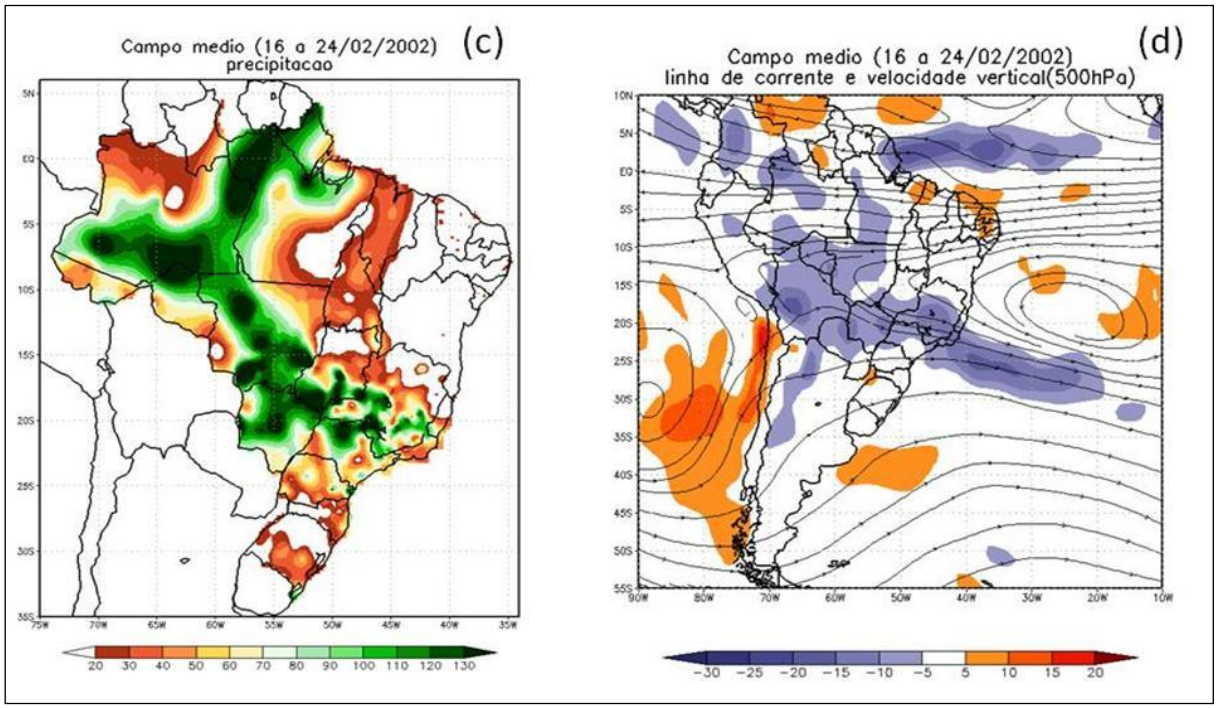
Em fevereiro, ocorreram duas ZCAS: a primeira de 4 a 7; nesse episódio, a banda de nebulosidade permaneceu semiestacionária sobre o os estados do Mato Grosso, Norte de Minas Geais, Espírito Santo e Bahia, como ilustra as Figuras 26 (a e b). O segundo episódio de 16 a 24, observa-se que a banda de nebulosidade atuou nos estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, Goiás (sul) e em toda região Sudeste. Figuras 24 (c e d) – (CLIMANÁLISE, vol. 17, n. 2, 2002).

Figura 24: Evento da ZCAS de 4 a 8 de fevereiro de 2002 (a) e (b).



Fonte: Climanálise, p. 23, 2002. Org.: Silva (2012).

Figura 25: Evento da ZCAS de 16 a 24 de fevereiro de 2002 (c) e (d).



Fonte: Climanálise, (vol.17, p. 23, 2002). Org.: Silva (2012).

Na cidade de Uberlândia, as ZCAS não provocaram chuvas intensas; contudo, uma frente fria atuou na região Sudeste, causando chuvas do dia 8 a 14. Esse período chuvoso causou alagamentos nas áreas periféricas do setor leste, principalmente nos bairros Morumbi e Prosperidade (Fotografia 13); no setor central, nos bairros Osvaldo e Martins e, no setor norte, nos bairros Jardim Brasília, com destaque para ao Av. Professora Minervina Cândida. As chuvas do mês de novembro foram causadas por massas de ar frio que causaram precipitações significativas de 11 a 14 e no dia 22.

Fotografia 13: Rua Alagada no bairro Morumbi, 15/11/2002.



Fonte: Arquivo Público Municipal /Correio de Uberlândia. Org.: Silva (2012).

Tabela 67: Ação das ZCAS em 2002.

Dias	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1	7,3	12,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,5	0,0	0,0	0,0
2	2,0	16,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	0,0	0,7	0,0
3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0
4	0,0	**0,0**	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3
5	0,0	**8,7**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,4	6,1	0,0	2,9
6	0,0	**12,4**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,5	0,0	0,0	4,7
7	0,0	**4,8**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	17,2	0,0	0,0	0,0
8	0,4	91,2	0,0	28,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,4
9	0,0	25,6	0,0	23,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	20,5
10	0,0	47,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**12,8**
11	0,0	11,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	32,4	**8,1**
12	4,3	4,4	0,0	1,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,8	**3,6**
13	37,0	2,1	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,8	**0,7**
14	157,8	3,7	9,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	46,0	**0,0**
15	21,3	0,0	13,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**12,5**
16	12,2	**0,0**	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**10,3**
17	0,0	**10,8**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	15,6	0,0
18	43,2	**1,3**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	16,8	2,4	0,9
19	1,4	**12,4**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
20	5,0	**0,2**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0
21	0,0	**11,6**	0,0	0,0	17,1	0,0	0,0	0,0	2,9	0,0	3,1	8,3
22	12,3	**8,3**	6,9	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	40,8	1,9
23	0,0	**3,9**	3,2	0,0	1,3	0,0	1,3	0,0	2,8	0,8	7,6	6,3
24	0,0	**2,1**	20,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,0	0,0	0,0	0,3
25	0,0	6,8	33,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	19,1	2,0
26	0,0	12,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	5,3
27	0,0	5,1	18,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	17,0	0,0	**0,0**
28	19,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,3**
29	2,2	////	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**1,4**
30	0,0	////	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	3,9	0,0	**0,0**
31	3,1	////	0,0	////	0,0	////	0,0	0,0	////	26,3	////	**10,4**
Total	329	315,9	105,9	53	19,4	0	1,3	0,1	57,5	71,4	190,1	126,17
Máx.	157,8	91,2	33,6	28,5	17,1	0	1,3	0,1	17,2	26,3	46	20,5

Fonte: LCRH. Org.: Silva (2012).

Apesar de ocorrer duas ZCAS no mês de dezembro (10 a 16 e 27 de dezembro a 7 de janeiro), ambas não causaram grandes volumes de precipitação na cidade. Os totais pluviométricos mensais ficaram 61% abaixo da média histórica de 322,4 mm.

4.1.9 Ação das ZCAS em 2003

O ano de 2003 começou sob a influência da ZCAS iniciada dia 27 de dezembro atuando até o dia 7 de janeiro, totalizando 178,3 mm. Outros dois episódios relacionados à Zona de Convergência do Atlântico Sul ocorreram nos dias 13 a 19 e de 25 a 1º de fevereiro. As chuvas de fevereiro resultaram da ação dos SFs e NZCAS.

No dia 17 de março, sob a ação de SFs, uma precipitação de 38,8 mm concentrada em 30 minutos causou vários prejuízos; nesse período, o Corpo de Bombeiro atendeu a 14 ocorrências. O temporal também causou transtornos no bairro Morumbi. No primeiro semestre de 2003, a Defesa Civil registrou o atendimento de 105 casas destelhadas, 12 residências com rachaduras, 1 desabamento de residência, 3 muros caídos e 12 quedas de árvores.

Tabela 68: Ação das ZCAS em 2003.

Dias	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1	**9,8**	**0,0**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	15,2	2,2
2	**1,6**	0,0	2,4	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	31,6	0,5
3	**73,7**	0,0	0,1	0,0	8,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,8
4	**41,6**	0,0	0,0	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	27,2
5	**31,4**	0,0	1,1	11,8	18,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	27,0
6	**8,0**	20,3	0,0	0,0	24,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,5
7	**0,0**	1,1	0,2	21,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	1,4
8	23,1	0,0	9,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,9	6,0
9	2,2	0,8	1,0	2,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,4	0,0	2,6
10	0,0	0,0	55,1	12,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	37,4	0,0	0,0
11	27,0	0,0	39,2	31,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,9	0,0	0,0
12	30,8	7,2	7,8	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0
13	**18,2**	0,0	20,4	0,0	0,0	0,0	1,2	0,0	0,5	0,0	12,8	0,0
14	**26,6**	6,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	0,0	0,3
15	**22,6**	4,6	0,0	6,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
16	**25,2**	18,8	22,1	0,9	0,0	0,0	0,0	0,8	22,6	0,0	0,0	0,0
17	**20,0**	22,9	46,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,8	0,0	3,1	11,4
18	**5,6**	0,2	33,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,5	9,8
19	**2,6**	2,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	92,6	0,0
20	0,6	9,2	0,0	3,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0
21	53,0	1,2	16,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0
22	35,1	1,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	6,6	19,8
23	4,6	0,0	4,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,4	2,4	46,1
24	1,6	0,0	0,2	1,6	10,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	4,4	1,4
25	**0,0**	0,0	10,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	0,0
26	**0,0**	0,0	29,2	0,0	0,0	0,0	0,0	1,9	0,0	0,0	5,4	0,0
27	**8,4**	0,0	4,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	45,6	0,0
28	**34,4**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,1	6,3	0,0
29	**1,5**	////	6,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,3	0,0	0,0	5,2
30	**36,2**	////	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	22,4	0,0
31	**5,1**	////	0,0	////	0,0	////	0,0	0,0	////	0,0	////	0,4
Total	550,5	97	310,2	97,8	62,1	0,0	1,2	2,7	38,4	67,1	256,6	180,6
Máx.	73,7	22,9	55,1	31,2	24,2	0,0	1,2	1,9	22,6	37,4	92,6	46,1

Fonte: LCRH. Org.: Silva (2012)..

As precipitações de outubro resultaram da ação da MP. Em novembro, os sistemas frontais causaram impactos na cidade, com uma precipitação concentrada de 74 mm entre 15h e 19h, totalizando no dia 96,2mm. Pelos impactos descritos no *Correio de Uberlândia*, referentes a esse evento, fica evidenciado que ocorreu uma precipitação concentrada resultante da chegada de uma pré-frontal no dia 19. Esse evento provocou a queda de três muros no bairro Santa Luzia, além de alagamento nos bairros Morumbi, Dom Almir e São Francisco; na avenida Getúlio Vargas ocorreu uma forte enxurrada e na Av. Monsenhor Eduardo ocorreu uma inundação que chegou a 50 cm de altura. Em dezembro, dos nove

sistemas frontais que atuaram na região sul, seis provocaram evento de precipitação sem provocar impactos na cidade.

4.1.10 Ação das ZCAS em 2004

Ocorreram dois episódios relacionados a zonas de convergência o primeiro de 2 a 6 de janeiro classificado como ZCOU, pois provocou somente dois dias de chuva, com atuação na região do Triângulo Mineiro. Os outros dois de 10 a 20 e o outro de 25 a 29. Dos três SFs que atuaram no mês, ambos provocaram episódios pluviométricos.

Pelas notícias divulgadas no *Correio de Uberlândia*, ocorreu no dia 9 de janeiro um temporal no período da noite (20h) que inundou algumas avenidas, causando destelhamentos nos bairros Tibery, Santa Mônica, Aclimação, Esperança e Custódio Pereira, enxurrada nas avenidas Antonio Thomas de Rezende, que dá acesso ao Distrito industrial, João Naves de Ávila, Anselmo Alves dos Santos e Uirapuru, no bairro Cidade Jardim.

Tabela 69: Ação das ZCAS em 2004.

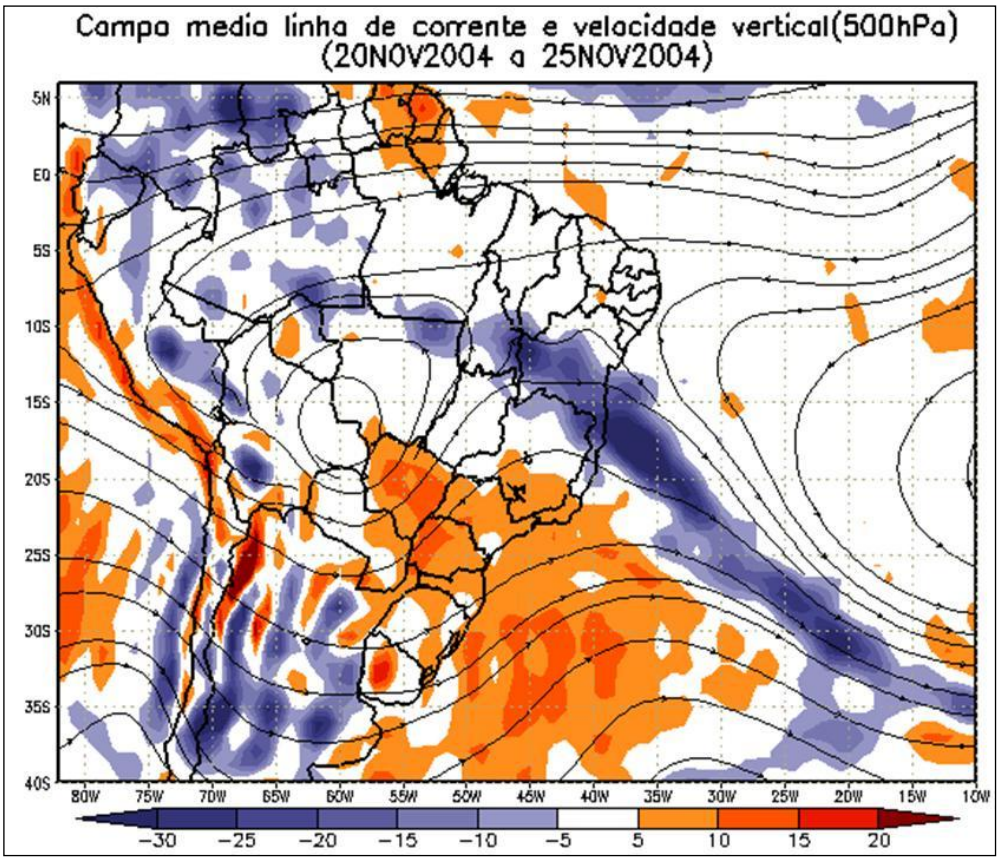
Dias	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1	4,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,6
2	**38,6**	2,4	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5
3	**7,0**	0,9	69,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	0,0	21,0
4	**0,0**	0,0	0,0	0,0	0,0	14,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5	**0,0**	6,0	6,2	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6	**0,0**	21,9	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0
7	10,5	**21,8**	1,5	8,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0
8	1,9	**12,2**	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,0
9	9,0	**0,2**	6,2	36,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**52,5**
10	**8,6**	**0,0**	0,0	23,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**3,9**
11	**0,0**	**8,0**	1,1	0,0	0,0	0,0	19,0	0,0	0,0	8,9	13,6	**10,0**
12	**71,2**	0,0	0,2	3,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,5	0,0	**9,4**
13	**6,9**	0,0	0,0	36,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0	**0,0**
14	**4,6**	20,2	41,0	19,7	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	6,1	4,2	**0,0**
15	**0,0**	13,2	21,3	24,8	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	16,4	0,1
16	**3,2**	0,4	0,0	1,9	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,5	0,0
17	**0,0**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,2	0,0
18	**0,0**	11,2	0,0	5,6	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0	40,0	0,0
19	**0,0**	24,6	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	66,6	11,6	41,2
20	**0,0**	**29,8**	5,1	0,0	1,5	0,0	4,9	0,0	0,0	0,0	**0,0**	3,6
21	0,0	**21,8**	0,0	0,0	2,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	**0,0**	**73,2**
22	8,0	**15,2**	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	**0,0**	**48,2**
23	12,4	**8,3**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**	**25,2**
24	8,6	**1,3**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,0	**0,0**	**8,0**
25	**4,1**	11,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,9	**0,0**	**5,2**
26	**48,9**	19,0	6,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,6	**0,0**	0,0
27	**43,6**	0,0	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	34,0	2,9	8,2
28	**3,3**	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	33,7	0,0
29	**0,0**	13,6	0,0	1,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,8	8,0
30	0,0	////	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,4	0,0
31	0,0	////	0,0	////	0,0	////	0,0	0,0	////	0,0	////	0,0
Total	295,3	265,9	165,6	161,6	9,8	14,1	23,9	0	2,9	137	143,3	338,8
Máx.	71,2	29,8	69,7	36,2	5	14	19	0	2	66,6	40	73,2

Fonte: LCRH. Org.: Silva (2012).

Em fevereiro, ocorreram duas ZCAS, alimentadas por sistemas frontais, cuja entrada das pré e pós frontais causaram precipitações na cidade. As chuvas de março, abril, maio e outubro resultaram da ação dos SFs. No dia 26 de maio, a chegada de frente fria causou uma precipitação de 29,4 mm no período da tarde, provocando a queda de árvores na avenida Aspirante Mega, no bairro Jaraguá, alagamento nas avenidas Antonio Thomaz de Rezende e Segismundo Pereira.

Em novembro, ocorreu uma ZCAS dos dias 20 a 25; porém, ela não atuou na região do Triângulo Mineiro, como pode ser observado na Figura 27. As chuvas registradas decorreram da ação dos quatro SFs atuantes nos dias 11 e 14 a 19, que alimentou a zona de convergência no norte de Minas Gerais, Tocantins e Bahia. Em dezembro, atuaram duas ZCAS (9 a 14 e 21 a 25), que totalizaram, respectivamente, 75,8 mm e 159,6 mm, sem causar impactos na cidade.

Figura 26: Atuação da ZCAS em novembro de 2004.



Fonte: Climanálise (2004, p. 19, vol. 19, n.11). Org.: Silva, 2012.

4.1.11 Ação das ZCAS em 2005

No mês de janeiro, atuou uma ZCAS de 17 a 21, com atuação no Brasil Central, estendendo-se até o litoral paulista e o Oceano Atlântico (CLIMANÁLISE, 2005, vol. 20, n. 1). Os SFs atuantes somaram quatro durante o mês e provocaram alturas pluviométricas superiores às provocadas pela zona de convergência convencionadas como NZCAS.

Em fevereiro, a atuação das ZCAS de 13 a 22 não teve atuação na região do Triângulo Mineiro. As chuvas ocorridas nesse período resultaram da passagem de uma frente fria que ficou semiestacionária no norte de Minas Gerais. Março teve a ação de duas ZCAS, a primeira dos dias 1 a 7 e a segunda de 15 a 20.

Tabela 70: Ação das ZCAS em 2005.

Dias	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1	5,8	1,8	38,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	8,0
2	3,4	0,2	25,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	19,2
3	0,0	1,2	14,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	14,0	6,2
4	10,2	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	16,4	0,0
5	10,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	13,2
6	4,3	7,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,0	0,0	15,8
7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	18,4
8	14,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	14,0	9,7
9	2,4	0,0	0,5	7,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	5,4
10	11,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**2,6**	7,0
11	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**19,5**	**2,5**
12	4,7	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,8**	**21,9**
13	29,9	**0,0**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**	**22,7**
14	0,0	**0,0**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,2	**0,0**	**10,8**
15	4,9	**0,4**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**	**0,0**
16	0,0	**0,2**	23,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**
17	**12,4**	**0,0**	18,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	**2,0**	2,2
18	**45,3**	**33,2**	20,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**1,2**	0,2
19	**5,2**	**5,6**	0,0	3,5	0,0	19,0	0,0	14,0	6,8	8,4	**15,2**	0,0
20	**7,4**	**0,0**	18,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**	7,4
21	**20,7**	**0,0**	0,0	0,0	0,0	12,4	0,0	0,0	0,0	0,0	**8,1**	0,0
22	34,1	**0,0**	15,9	2,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,5	14,2	0,0
23	44,6	0,0	0,0	0,0	3,0	12,7	0,0	0,0	4,8	0,0	0,0	0,0
24	4,9	0,0	1,0	0,0	7,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	**19,6**	**10,0**
25	44,0	0,0	5,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	**22,6**	**31,0**
26	3,6	0,8	51,4	7,3	33,4	0,0	0,0	0,0	20,3	0,0	**15,5**	**0,1**
27	44,6	11,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,9	0,4	0,0	**27,0**	**0,0**
28	9,6	0,0	0,3	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	18,0	**30,2**	**2,4**
29	52,2	////	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,5	**8,5**	**0,1**
30	0,0	////	0,0	1,2	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	43,2	0,0
31	30,2	////	0,0	////	2,1	////	0,0	0,0	////	0,0	////	6,3
Total	461,8	62	235,6	22,1	47,1	44,1	0	16,9	33,7	55,2	277,4	221
Máx.	52,2	33,2	51,4	7,3	33,4	19,0	0,0	14,0	20,3	18,0	43,2	31,0

Fonte: LCRH. Org.: Silva (2012).

Com a atuação de três ZCAS, de 10 a 15, 17 a 21 e 24 a 28, resultado da ação de três sistemas frontais o mês de novembro apresentou totais pluviométricos acima da média. Em dezembro, teve a ação de duas ZCAS, de 11 a 16 e de 24 a 29.

4.1.12 Ação das ZCAS em 2006

Em janeiro, houve a formação de duas ZCAS; o primeiro episódio de 1 a 8, o segundo de 27 de janeiro a 2 de fevereiro, responsável pelos totais pluviométricos do mês. Fevereiro apresentou uma ZCAS de 13 a 22, porém ocorreram somente 4 dias com precipitação (Cf. Tabela 71).

Tabela 71: Ação das ZCAS em 2006.

Dias	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1	**2,4**	**37,4**	17,8	2,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,9	17,8	**1,4**
2	**6,7**	**0,0**	33,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,4	30,7	19,0	**0,4**
3	**6,3**	12,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,2	2,4	7,1	0,5
4	**14,5**	0,1	15,8	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	55,7	1,8
5	**57,7**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	17,5	0,0	19,9
6	**33,6**	0,0	8,5	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,8	3,0	0,0
7	**0,0**	0,0	**42,5**	15,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	36,4	0,6	0,0
8	**10,5**	8,4	**0,6**	6,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	0,5
9	**26,5**	**0,0**	**0,0**	1,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	14,0	10,3	62,2
10	0,0	**16,6**	**4,3**	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**4,8**	17,2
11	0,0	**21,9**	**2,4**	2,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,2	**0,0**	8,3
12	0,0	**8,9**	**0,1**	16,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	**0,0**	8,6
13	0,6	**0,5**	**0,0**	3,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	20,4	**0,0**	59,0
14	0,0	19,4	**15,0**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	**0,0**	28,4
15	0,0	0,6	**24,4**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,9	0,0	2,0
16	0,0	0,0	**0,0**	17,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	83,9
17	0,0	0,0	17,8	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**92,6**	0,0	0,0
18	0,1	0,0	26,0	27,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**3,8**	0,0	3,0
19	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**12,0**	1,7	0,3
20	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**8,8**	6,6	0,8
21	0,0	0,0	12,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,7	0,0	0,3	4,2
22	0,0	3,8	0,0	0,0	3,8	0,0	0,0	0,0	15,0	0,0	0,0	38,8
23	0,0	22,2	0,0	0,0	2,6	0,0	0,0	0,0	77,6	0,7	0,0	0,0
24	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	15,0
25	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	22,8
26	19,9	6,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**19,6**	0,0
27	**0,6**	30,0	0,9	0,2	0,0	1,5	0,0	7,9	0,0	0,0	**6,3**	**37,0**
28	**0,0**	17,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	0,0	0,0	**32,0**	**1,4**
29	**20,2**	////	12,2	0,0	0,0	0,0	0,0	5,6	0,0	0,0	**57,1**	**0,7**
30	**3,4**	////	7,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**36,4**	**6,7**
31	**0,0**	////	2,3	////	0,0	////	0,0	0,0	////	0,0	////	**9,2**
Total	203,0	206,5	243,4	96,5	6,4	1,5	0,0	15,5	104,1	266,0	279,7	434,0
Máx.	57,7	37,4	42,5	27,8	3,8	1,5	0	7,9	77,6	92,6	57,1	83,9

Fonte: LCRH. Org.: Silva (2012).

O episódio da ZCAS de março ocorreu de 7 a 16, totalizando uma precipitação de 89,3 mm, próximo à média 100 mm como descrita por Climanálise (vol. 21, n. 3, 2006) para as regiões de Minas Gerais e Bahia. Em outubro, ocorreu uma ZCAS (17 a 20) que registrou

uma das maiores precipitações registradas nos últimos 31 anos (266 mm), ou seja, 132% acima da média histórica, resultado da ação de seis sistemas frontais.

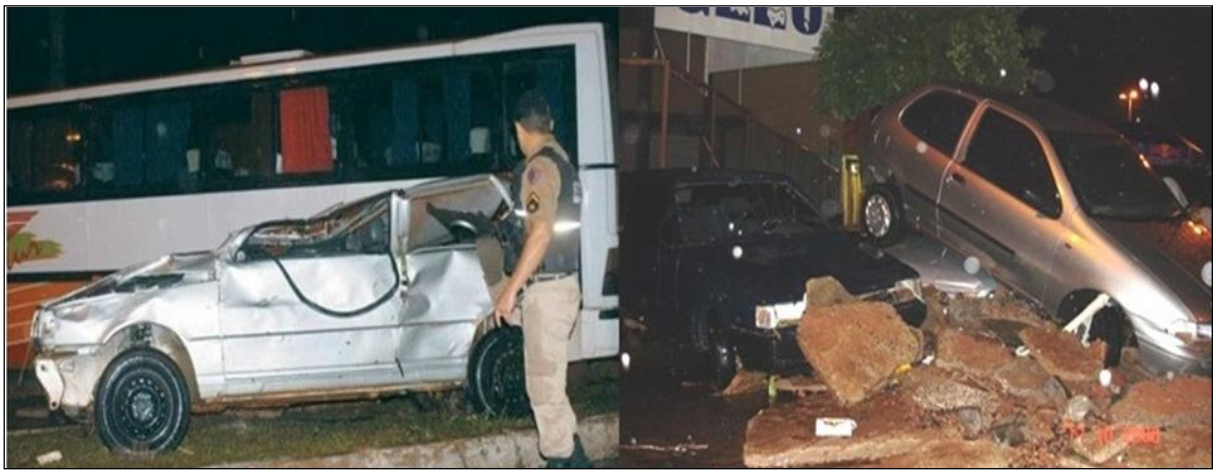
No dia 17, no início do período chuvoso, ocorreu uma chuva peculiar sobre a Av. Governador Rondon Pacheco. Nesse dia, teve uma variação de 82 mm próximo ao local descrito (próximo ao posto meteorológico do LCRH, setor leste) entre 17h e 18h45', resultado da presença de um cavado associado a um intenso sistema frontal (CLIMANÁLISE, 2006, vol. 21, n. 10). Foi registrado um óbito nas proximidades do Corpo de Bombeiros, onde um carro ficou pressionado, preso a um ônibus e a enxurrada invadiu o veículo (Cf. Mosaicos 4 e 5).

Mosaico 4: Enchente no dia 17/10/ 2006, na Av. Governador Rondon Pacheco.



Fonte: Correio de Uberlândia (2011). Org.: Silva (2012).

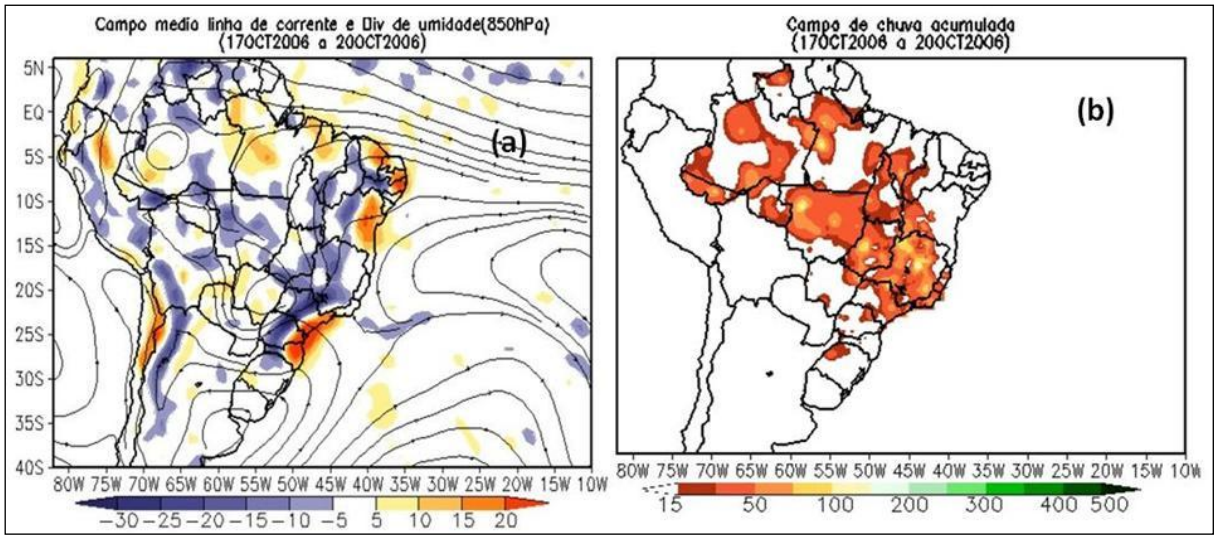
Mosaico 5: Acidente que gerou um vítima fatal durante enxurrada na Av. Governador Rondon Pacheco, 17/10/2006.



Fonte: Correio de Uberlândia, DMAE (Departamento municipal de Água e esgoto de Uberlândia- MG.

Org.: Silva (2012).

Figura 27: Campo de linha de corrente e divergência de umidade a 850hPa (a) e Chuva acumulada no evento da ZCAS (b).



Fonte: Climanálise (2006, p. 21, vol. 21, n. 10). Org.: Silva (2012).

Como resultado da grande tragédia ocorrida, o Ministério Público questionou a eficiência da obra de drenagem e escoamento. Segue reportagem publicada pelo *Correio de Uberlândia* em 19/10/2006:

Figura 28: Capa do Jornal Correio de Uberlândia do dia 19/10/2006.


CORREIO
DE UBERLÂNDIA
UBERLÂNDIA ACONTECE AQUI • 19 DE OUTUBRO DE 2006 • ANO 68 • NÚMERO 20.642 • www.correiodeuberlandia.com.br • R$ 1,70 EXEMPLAR DO ASSINANTE - VENDA PROIBIDA
CENSOS 2007
IBGE oferece 905 vagas na região para censitários
PÁGINA A6
ALICIAMENTO
Quadrilha de tráfico de
ENCHENTE
Chuva expõe fragilidade de galerias da Rondon Pacheco
Ministério Público vai apurar responsabilidade por obras da rede pluvial
O promotor de Defesa do Meio Ambiente, Fábio Guedes, entende que

Fonte: Correio de Uberlândia (2011). Org.: Silva (2012).

> O Ministério Público Estadual (MPE) vai abrir Inquérito Civil Público para apurar a responsabilidade sobre o planejamento e a execução das obras da rede pluvial sob a Avenida Rondon Pacheco na década de 90. No entendimento do promotor de Justiça, Meio Ambiente, Habitação e Urbanismo, Fábio Guedes, a enchente que atingiu a avenida na noite de terça-feira, depois de um forte temporal, foi provocada pela falta de um dimensionamento preciso do volume de água pluvial que incide sobre a bacia do Córrego São Pedro e que resultaria em uma incapacidade de drenagem das duas galerias. [...] O engenheiro civil e secretário de Obras, Carlos Amaral, não concorda com a possibilidade de haver uma incapacidade de drenagem das galerias sob a Avenida Rondon Pacheco, como foi levantada pelo promotor de Justiça Fábio Guedes. "São duas galerias que foram construídas dentro dos parâmetros entre a foz no Rio Uberabinha até a cabeceira do córrego na altura da Receita Federal. Elas melhoraram a captação da água que passava pela Rondon. Na enchente de terça-feira, pode-se observar que os maiores estragos foram nas pistas laterais da Rondon", afirmou. Questionado se as secções das galerias seriam reduzidas entre os viadutos Jayme Tannus e Carlos Saraiva – principais pontos de alagamento na terça-feira, o secretário explicou que o diâmetro das redes é reduzido paulatinamente no sentido da foz (Rio Uberabinha) à cabeceira do Córrego São Pedro (próxima à Receita Federal). O secretário atribui o problema da enchente à dificuldade de captação da enxurrada que deságua na Rondon vinda das ruas transversais à avenida, como a Coronel Antônio Alves e a Duque de Caxias, nos dois lados do vale. "As construções de redes pluviais transversais estavam previstas, mas não foram executadas por limitações orçamentárias. São obras que precisam ser realizadas." Ele informou que vai propor ao prefeito Odelmo Leão um acréscimo orçamentário para a pasta de Obras, diante da necessidade de fazer as redes pluviais transversais em ruas que cortam a Rondon Pacheco (CORREIO DE UBERLÂNDIA, p.B6, 2006).

Por essa reportagem, percebe-se que o grande problema alegado pelos especialistas está na ineficiência da captação de águas pluviais das ruas transversais à Avenida Governador Rondon Pacheco, que forma uma calha conduzindo as águas pluviais, o que gera grande pressão sobre a massa asfáltica, carreando tudo pelo seu trajeto à jusante.

Em novembro, ocorreram duas ZCAS: o primeiro episódio de 10 a 14 e o segundo de 26 de novembro a 2 de dezembro. O evento ocorrido no dia 22 de dezembro foi resultado da interação de um SFs; causou grande transtorno à população uberlandense, resultado de uma precipitação concentrada de 38,8 mm. Esse total precipitado demonstra que a drenagem urbana não está preparada para absorver episódios concentrados, como pode ser observado no Mosaico 6, Imagem 3, que apresenta os impactos e a área afetada. No dia 27, inicia outro episódio de ZACS, causando chuva e ventania na cidade.

Mosaico 6: Inundação na Av. João Naves Ávila na interseção co a Av. Anselmo Alves Santos próximo à Prefeitura Municipal de Uberlândia.



Fonte: Correio de Uberlândia, 22/12/2006.

Imagem de Satélite 3: Área afetada pela pelo alagamento do dia 22/12/2006.



Fonte da Imagem de Satélite: Google Earth (11/06/2010). Elaboração/Organização: Emerson Malvino da Silva, 2012.

4.1.13 Ação das ZCAS em 2007

O episódio iniciado em 27 de dezembro de 2006 durou até o dia 16 de janeiro (Figura 30), totalizando 373,9 mm. No dia 03, uma precipitação que totalizou 67,8 mm, sendo 40 mm concentrado em menos de uma hora iniciando às 21h com 17,8 mm até a zero hora e causou enxurradas e alagamentos em vários pontos da cidade, principalmente nas avenidas Rondon Pacheco, Profa. Minervina Cândida e Anselmo Alves (Cf. Mosaico 7).

A segunda ZCAS atuou de 22 a 27, com precipitações menos intensas. Fevereiro teve a atuação de duas ZCAS; o primeiro, iniciado no final de janeiro, estendeu-se até o dia 9 e o segundo de 12 a 17. Ambas não causaram impactos na cidade de Uberlândia apesar dos volumes precipitados (Tabela 70); esses foram observados em algumas cidades de Minas Gerais e nos estados de São Paulo e no Rio de Janeiro:

> No período de 01 a 09, várias cidades de São Paulo e Minas Gerais foram prejudicadas pela chuva, com o registro de perdas humanas em virtude dos desabamentos e inundações. Destacaram-se as chuvas em São Paulo-SP (103,3 mm) e Guarulhos-SP (73 mm), ambas no dia 08. O deslocamento de um sistema frontal

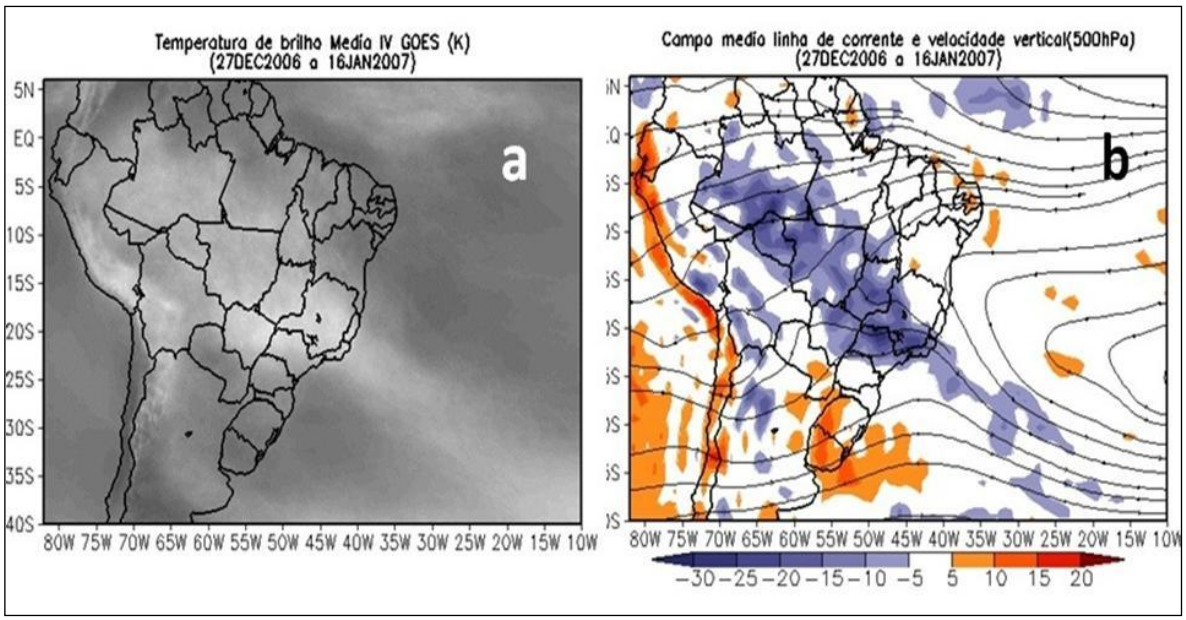
> até o litoral do Rio de Janeiro contribuiu para a configuração do segundo episódio de ZCAS, destacando-se a chuva registrada em Ubatuba (101,8 mm, no dia 12) e o total acumulado em dois dias na cidade de Espinosa, norte de Minas Gerais (193,4 mm, nos dias 15 e 16). (CLIMANÁLISE, 2007, p. 13, vol. 22, nº 2).

Em março ocorreu um episódio relacionado à ZCAS, de 19 a 23; como a última do mês anterior, teve pouco volume precipitado sobre o Triângulo Mineiro, mas causou precipitações intensas na cidade de Belo Horizonte (CLIMANÁLISE, 2007, vol. 22, nº 2).

Com o início do período chuvoso 2007/2008, o primeiro episódio relacionado à ZCAS ocorreu de 22 a 26. Em novembro, segundo Climanálise (2007, vol. 22, n. 11), a ocorrência de dois episódios o primeiro de 4 a 7 e o segundo iniciou no dia 27, prolongando-se até o segundo dia de dezembro:

> Os sistemas frontais que avançaram pela Região Sudeste atuaram principalmente sobre os Estados de São Paulo, onde predominaram totais mensais acima da média, e sobre o norte de Minas Gerais, onde houve a caracterização do episódio de ZCAS que se configurou no final do mês (CLIMANÁLISE , 2007, p. 11, vol. 22, n. 11).

Figura 29: Temperatura de Brilho (a) Campo de linha de corrente e Velocidade vertical(b) do episódio da ZCAS – 27 dez. 2006 a 16 jan. 2007.



Fonte: Climanálise, 2007, p.21, vol. 22, nº 11. Org.: Silva (2012).

Mosaico 7: Efeitos da chuva do dia 3/01/2007 (1) e asfalto destruído pela força da enxurrada do dia 03/01/2007.



CARRO é arremessado contra o outro na Rondon Pacheco

ÁGUA atinge motor e veículo apaga na Av. Anselmo Alves

A FORÇA da água destruiu o asfalto em vários trechos das avenidas Minervina Cândida e Rondon Pacheco; a limpeza foi iniciada na madrugada de ontem

Fonte: Correio de Uberlândia. Org.: Silva (2012).

Tabela 72: Ação das ZCAS em 2007.

Dias	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1	**19,8**	**0,3**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1	**5,0**
2	**1,3**	**0,7**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,6	**0,0**
3	**67,8**	**41,5**	0,0	0,0	0,0	23,2	0,0	0,0	0,0	0,0	**6,2**	12,9
4	**7,5**	**0,0**	10,2	0,0	0,0	2,5	0,0	0,0	0,0	0,0	**8,5**	56,0
5	**84,9**	**5,2**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**	3,2
6	**11,8**	**24,0**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**3,8**	0,2
7	**0,3**	**15,4**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**	40,9
8	**0,2**	**13,3**	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	15,0	1,8
9	**9,0**	**0,0**	0,0	17,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,2	7,6
10	**0,0**	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,6	6,2
11	**26,4**	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	17,0	0,0
12	**10,4**	**8,4**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	38,8	0,0
13	**1,3**	**63,6**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,8	**0,9**
14	**23,7**	**9,0**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,8	3,5	**0,0**
15	**11,9**	**0,0**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	65,8	**7,8**
16	**42,6**	**0,0**	2,2	2,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2
17	1,4	**7,6**	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
18	38,0	5,6	0,6	2,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,8	0,0	0,0
19	0,1	8,6	**14,0**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	32,9	0,0	**7,0**
20	2,4	25,5	**20,2**	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,0	**145,2**
21	11,2	0,0	**1,4**	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**38,8**
22	**0,1**	0,0	**5,0**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**13,2**	0,3	**4,4**
23	**0,2**	0,0	**0,0**	0,0	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	**3,2**	0,0	**0,0**
24	**0,7**	0,0	0,0	5,4	10,6	0,0	17,4	0,0	0,0	**24,4**	0,0	2,9
25	**20,2**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,9	0,0	0,0	**25,0**	1,2	0,6
26	**1,2**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	17,8	**0,6**	50,2	0,0
27	**4,8**	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	**0,0**	0,0
28	6,8	0,6	0,0	3,8	0,0	0,0	17,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**	0,0
29	9,0	////	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1	0,0	3,6	0,0	**0,0**	0,0
30	0,0	////	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,8	2,5	**0,0**	0,0
31	**0,4**	////	0,0	////	0,0	////	0,0	0,0	////	0,0	////	7,8
Total	415,4	229,4	54,6	32,8	11,7	25,7	37,5	0,0	25,2	112,4	244,6	349,4
Máx.	84,9	63,6	20,2	17,6	10,6	23,2	17,4	0,0	17,8	32,9	65,8	145,2

Fonte: LCRH. Org.: Silva (2012).

A seguir, será realizada uma análise mais detalhada dos eventos pluviométricos intensos ocorridos no mês de novembro.

4. 1. 14 Eventos Pluviométricos de Novembro de 2007

4.1.14 (a) Evento pluviométrico 12/11/2007

Caracterizado pela intensidade e pela distribuição espacial na área urbana, a precipitação do dia 12/11, no Setor Leste, nas proximidades da Av. Governador Rondon Pacheco, totalizou 38,7 mm, cujo valor corrobora com a hipótese da tese de ser suficiente para

causar danos na cidade. O evento foi acompanhado por ventos de 75 km/h; no Setor Oeste, foram registrados impactos representativos, precipitando 82 mm.

Nesse dia, os impactos concentraram-se mais no médio curso da bacia do córrego São Pedro, nas proximidades do Griff Shopping e da Universidade de Uberaba (UNIUBE) representado na Imagem de Satélite 4 . Os impactos refletem claramente que a ação antrópica potencializa a ocorrência de eventos pluviométricos. Conti (1998) considera que as chuvas concentradas podem ser consideradas intensas a partir de 30 mm/h e críticas quando ultrapassam 50 mm/h. Os prejuízos materiais identificados nas Fotografias 14 e Mosaicos 8 e 9, foram associados à perda de bens matérias, no caso cerca de 80 veículos estacionados nessa região.

No bairro Roosevelt (setor oeste), nas imediações da bacia hidrográfica do córrego Tabocas (Imagem de Satélite 5), pelo volume precipitado e pelos impactos registrados (Fotografia 15), pode-se concluir que houve uma precipitação concentrada.

Imagem de Satélite 4: Área afetada pela enxurrada do dia 12/11/2007 (Av. Rondon Pacheco)



Fonte da Imagem de Satélite: Google Earth (11/06/2010). Elaboração/Organização: Emerson Malvino da Silva, 2012.

Fotografia 14: Impactos da chuva do dia 12/11/2007 na Av. Governador Rondon Pacheco.



Fonte: Defesa Civil (2011).

Imagem de Satélite 5: Área impactada pela enxurrada do dia 12/11/2007 na Av. Professora Minervina Cândida.



Fonte da Imagem de Satélite: Google Earth (11/06/2010): Elaboração/Organização: Emerson M. Silva (2012).

Mosaico 8: Impactos da chuva concentrada do dia 12/11/2007.



Fonte: Defesa Civil de Uberlândia, 12/11/2007. Org.: Silva (2012).

Mosaico 9: Impactos em pontos distintos da Av. Minervina Cândida 12/11/2007.



Fonte: Defesa Civil de Uberlândia (2007); Queiroz (2009). Org.: Silva (2012).

Fotografia 15: Asfalto arrancado pela enxurrada na Av. Minervina Cândida 12/11/2007.



Fonte: Jornal Correio de Uberlândia (2011). Org.: Silva (2012).

As fotos apresentadas demonstraram a força das águas precipitadas na região, na margem esquerda da Av. Prof. Minervina Cândida teve grande parte da massa asfáltica removida. As galerias não comportaram o fluxo escoado para a mesma. Como pode ser observado na Fotografia 12, a extensão do córrego canalizado apresenta declividades acentuadas sendo que nas áreas mais afetadas os valores percentuais estão acima de 12% de inclinação.

4.1.14 (b) Evento pluviométrico 26/11/2007

Esse evento totalizou 48 mm; a intensidade da enxurrada provocou estragos na massa asfática do bairro Cazeca e em certos locais houve a remoção do mesmo. O Mosaico 10 também demonstra que a Avenida Governador Rondon Pacheco voltou à sua condição de rio, carreando entulhos e sedimentos ao longo da mesma.

Mosaico 10: Impactos da chuva do dia 26/11/2007.



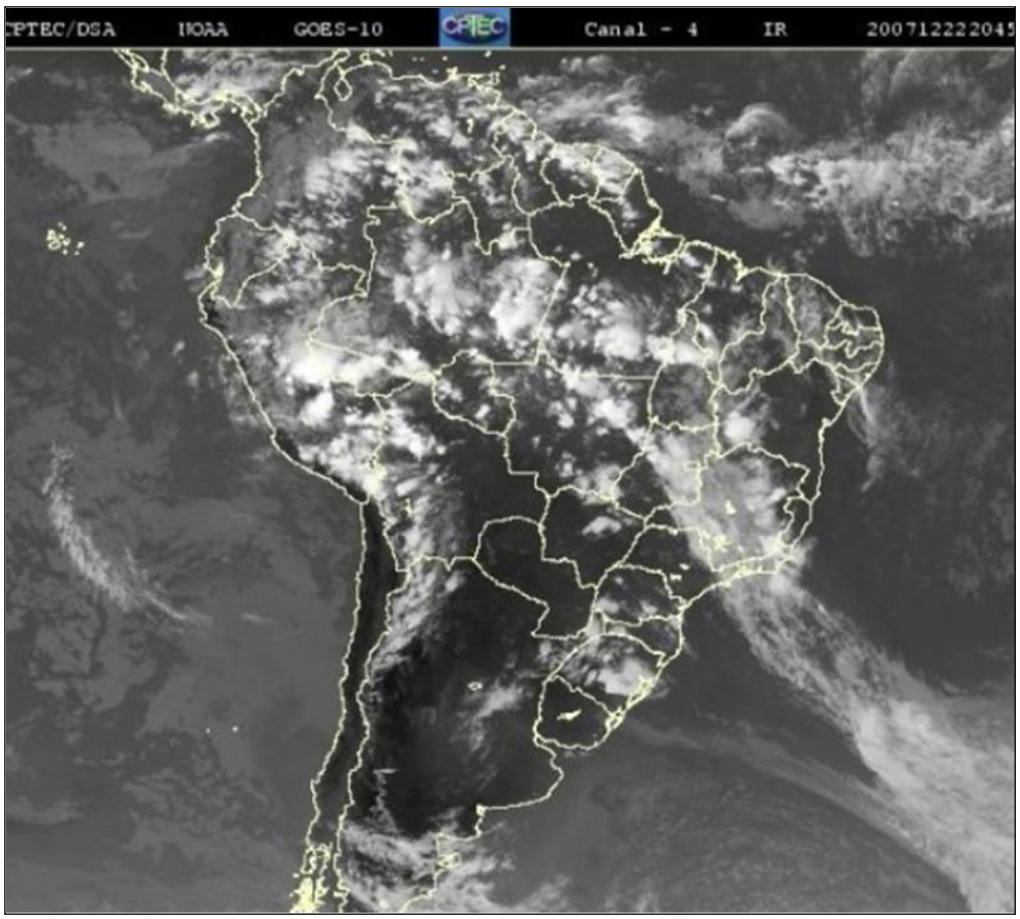
Fonte: Adaptado do Correio de Uberlândia. Org.: Silva (2012).

Em dezembro, atuaram mais dois eventos associados às convergências, o primeiro de 13 a 15, considerado como ZCOU, e o segundo de 19 a 23, que atuou durante cinco dias, com destaque para a precipitação do dia 20, que totalizou 145,2 mm, com maior volume 112,4 mm precipitado durante a madrugada, e 30,4 mm entre as 15h e 21h:

> Entre os dias 19 e 20, houve o aprofundamento de um cavado invertido à superfície, próximo ao litoral do Rio de Janeiro e Espírito Santo. Intensificado pelo escoamento em médios e altos níveis da atmosfera, o sistema de baixa pressão associado alinhou-se a um ramo frontal estacionário sobre áreas oceânicas, organizando a banda de nebulosidade convectiva que deu origem ao terceiro episódio de ZCAS. Este episódio de ZCAS foi marcado por chuvas mais intensas no leste do Mato Grosso, Goiás, centro-sul de Minas Gerais e no Rio de Janeiro (CLIMANÁLISE, vol. 22, n. 12, p. 19, 2007).

Observa-se também, nesse período, a atuação de um VCANs (Figura 30) que contribuiu para a formação do último episódio de ZCAS em dezembro.

Figura 30: Formação de um VCANs no dia 22/12/2007.



Fonte: Climanálise (2007, vol. 22, n. 11, p.28). Org.: Silva (2012).

A seguir, será realizada uma análise desses dois eventos a partir dos dados climatológicos e de modelos numéricos.

4.1.14 (c) Considerações sobre os eventos pluviométrico dos 12 e 26/11/2007.

A análise dos Mosaicos 11 e 12 e Tabelas 71 e 72, em conjunto, demonstram que os dois eventos pluviométricos antecederam à formação de eventos de ZCAS. No mês de novembro, atuaram no território brasileiro 10 sistemas frontais e cinco massas de ar. A segunda m*PA* atuou juntamente com m*TC*, umidade oriunda da EC, alimentando os sistemas frontais responsáveis pelas precipitações intensas no referido mês:

> O quarto sistema frontal originou-se de uma ciclogênese que se formou sobre o Rio Grande do Sul entre os dias 09 e 10. Neste período, destacou-se a ocorrência de chuva intensa e vento forte em localidades da Região Sul [...] Esta frente fria deslocou-se até o litoral do Rio de Janeiro, onde se posicionou no dia 13. Ressalta-se, neste período, a atuação mais intensa do jato subtropical [...] Durante a sua trajetória, este quarto sistema provocou acumulados significativos em algumas cidades do litoral paulista e fluminense. Em Ubatuba, litoral norte de São Paulo, o total de chuva acumulada foi igual a 94 mm nos dias 12 e 13 (CLIMANÁLISE, 2009, vol. 22, n. 11, p. 17).

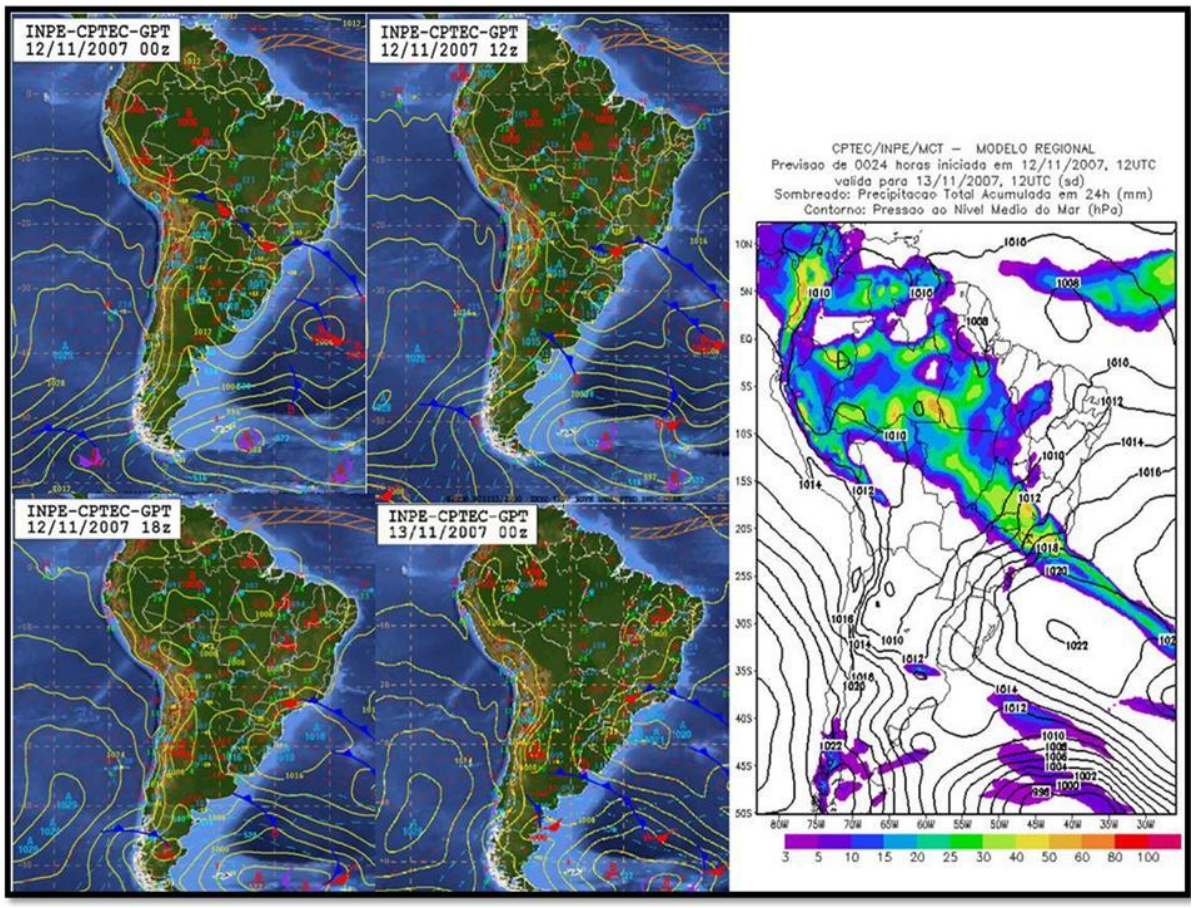
Esse sistema foi responsável por atuar no dia 12, provocando uma chuva frontal intensa na cidade de Uberlândia. Como descrito no início do tópico, a maior precipitação foi registrada no setor Oeste, área de entrada onde ocorreu o choque dos SFs. Mesmo apresentando um menor volume, o setor Leste apresentou vários impactos pela chuva concentrada (Tabela 73), o que demonstra a fragilidade principalmente da Avenida Rondon Pacheco. Cabe ressaltar que, observando o Mosaico 11, observa-se que o Modelo Regional já indica a presença da ZCAS, mas não dentro dos padrões característicos.

O evento do dia 26 resultou da ação de outro sistema frontal; a frente fria que atuou foi considerada de intensidade fraca, permaneceu semiestacionária até o dia 25, quando seguiu em direção às regiões Centro-oeste e Sudeste. Segundo Climanálise (2007, vol. 22, n. 11) configuraram-se oito episódios de VCANs em novembro, sendo que o quinto contribuiu para a caracterização da ZCAS do final do mês:

> No dia 26, houve a formação de um centro de baixa pressão sobre o oceano que deu origem ao nono sistema frontal, com características subtropicais. Este sistema também foi influenciado pelo vórtice ciclônico que se formou na média e alta troposfera. O ramo frio associado avançou pela faixa litorânea desde Iguape-SP até Caravelas-BA, onde se manteve estacionário nos dias 29 e 30. Este sistema deu origem a mais um episódio de ZCAS (CLIMANÁLISE, 2007, vol. 22, nº11, p. 17).

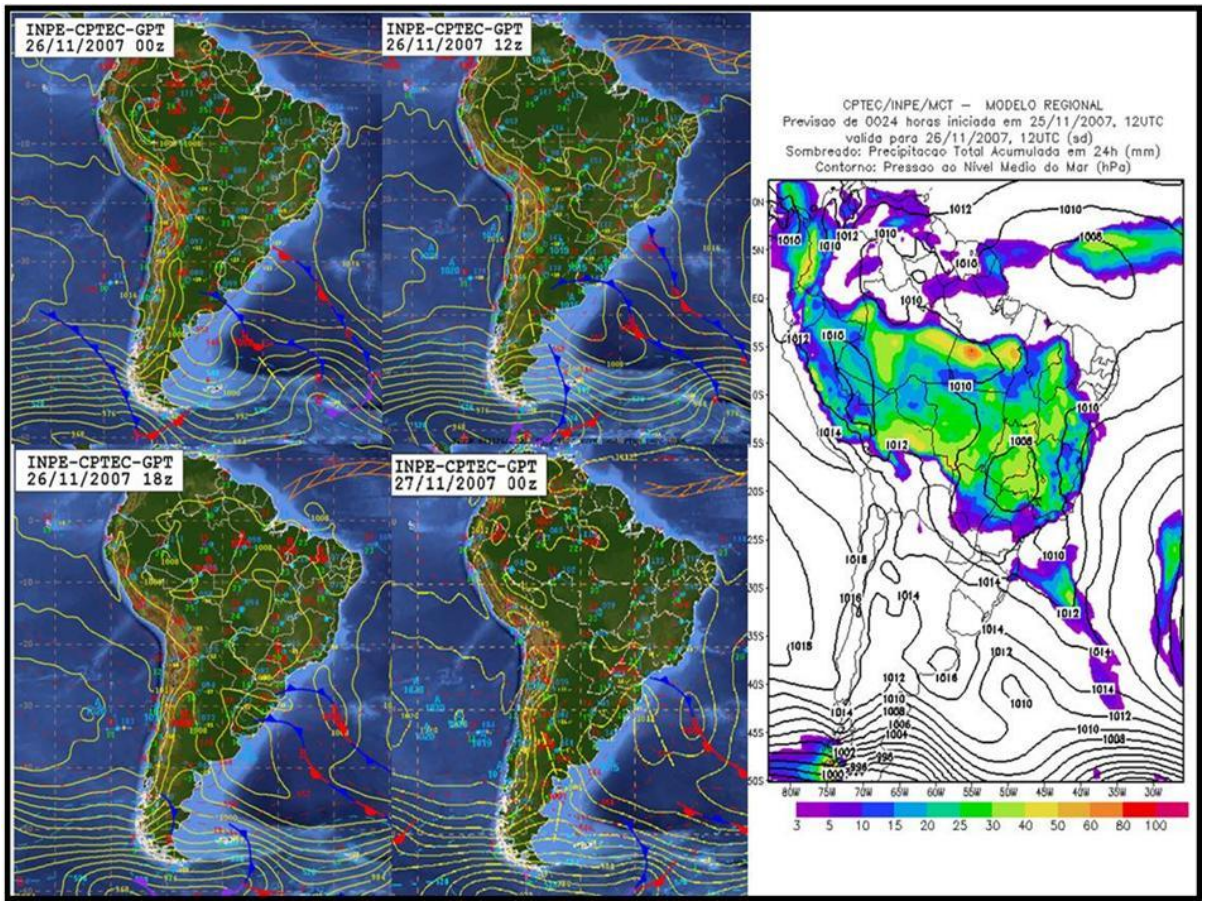
Observando a imagem do Mosaico 12, nota-se claramente que os sistemas atuantes, frontais e as calhas induzidas produziram os mecanismos frontais estacionários que induziram à ocorrência de grandes volumes de chuva, influenciando também em sua distribuição temporal. A persistência do sistema produziu a segunda ZCAS a atuar no mês iniciando no dia 27.

Mosaico 11: Desenvolvimento da ZCAS do dia 13/11/2007.



Fonte: CPTEC / INPE. Org.: Silva (2012).

Mosaico 12: Desenvolvimento da ZCAS do dia 27/11/2007.



Fonte: CPTEC / INPE. Org.: Silva (2012).

Tabela 73: Dados climáticos do dia 12/11/2007.

Hora	Temperatura (ºC)			Umidade (%)			Pto. Orvalho (ºC)			Pressão (hPa)			Vento (m/s)			Radiação	Chuva
UTC	Inst.	Mín.	Máx.	Inst.	Mín.	Máx.	Mín.	Inst.	Máx.	Inst.	Máx.	Mín.	Vel.	Dir.	Raj.	(kJm²)	(mm)
0	21,0	20,9	21,3	88	88	84	19	19	18,4	914,8	914,8	914,5	0,2	147°	1,1	-3	0,0
1	21,1	20,9	21,2	88	89	87	19	19,1	18,9	915,4	915,4	914,8	0,6	238°	1,2	-3	0,0
2	21,0	21,0	21,1	89	89	88	19,1	19,1	18,9	915,5	915,6	915,4	0,1	102°	1,8	-3	0,0
3	20,9	20,9	21,1	87	89	86	18,7	19,1	18,6	915,5	915,7	915,5	1,1	260°	2,5	-3	0,0
4	20,7	20,7	20,9	88	88	87	18,7	18,7	18,6	915	915,5	915	0,3	357°	1,9	-3	0,0
5	20,8	20,6	20,8	87	89	87	18,5	18,7	18,5	914,7	915	914,7	1,5	307°	2,6	-3	0,0
6	20,5	20,5	20,8	88	88	87	18,4	18,5	18,4	914,3	914,7	914,3	0	330°	2,6	-4	0,0
7	20,2	20,2	20,5	89	89	88	18,3	18,5	18,3	914,6	914,7	914,3	1	250°	2	-4	0,0
8	20,0	20,0	20,2	91	91	89	18,5	18,5	18,3	914,5	914,6	914,5	0,6	213°	2,2	-3	0,2
9	19,9	19,8	20,0	92	92	91	18,5	18,6	18,4	914,6	914,6	914,3	1	185°	2,7	6	0,0
10	20,1	19,9	20,1	92	92	92	18,7	18,7	18,5	915,1	915,1	914,6	0,2	154°	2,2	156	0,0
11	21,0	20,1	21,0	89	92	89	19,1	19,1	18,6	915,6	915,6	915,1	1,3	89°	2,5	420	0,0
12	23,0	21,0	23,0	80	89	80	19,3	19,5	18,8	915,9	916	915,6	1,7	89°	3,7	1495	0,0
13	24,9	23,0	25,0	71	80	69	19,2	19,7	18,5	915,6	915,9	915,6	2,6	68°	4,7	2972	0,0
14	25,1	24,6	25,1	68	72	66	18,8	19,3	18,1	916	916	915,6	0,9	127°	5,6	1781	0,0
15	26,6	25,1	26,8	60	69	60	18,1	19,3	18,1	915,7	916	915,7	1,9	184°	3,7	2360	0,0
16	27,7	26,6	28,4	53	64	47	17,3	18,8	15,3	914,8	915,7	914,8	1,7	214°	4,2	3151	0,0
17	27,9	27,1	28,3	52	59	52	17	18,6	17	914	914,8	914	1,6	292°	3,8	2483	0,0
18	28,5	27,8	28,9	51	55	49	17,2	18,1	16,9	913,1	914	913,1	0,9	197°	4,8	2241	0,2
19	29,0	28,5	30,0	47	51	45	16,6	18,4	16,5	912,4	913,1	912,4	2,7	230°	5,3	2691	0,0
20	28,2	28,2	29,1	50	52	47	16,7	17,6	16,6	912,5	912,5	912,2	2,1	245°	4,3	992	0,0
21	27,3	27,3	28,2	55	56	50	17,6	17,7	16,7	912,8	912,9	912,3	1,2	207°	4,2	315	0,0
22	25,5	25,5	27,3	59	60	55	16,9	17,8	16,9	913,3	913,3	912,7	1	167°	4	42	0,0
23	17,1	16,8	25,6	93	93	58	15,9	17,8	15,3	915,9	916,8	913,3	8,4	322°	20,6	7	24,6

Fonte: IMET (2011). Org.: Silva (2012)

Tabela 74: Dados climáticos do dia 26/11/2007.

Hora	Temperatura (ºC)			Umidade (%)			Pto. Orvalho (ºC)			Pressão (hPa)			Vento (m/s)			Radiação	Chuva
UTC	Inst.	Mín.	Máx.	Inst.	Mín.	Máx.	Mín.	Inst.	Máx.	Inst.	Máx.	Mín.	Vel.	Dir.	Raj.	(kJm²)	(mm)
0	24,4	24,4	24,8	62	62	60	16,7	16,8	16,5	914,2	914,2	913,5	0,8	190°	3,2	-4	0,0
1	24,1	24,0	24,5	62	64	61	16,3	16,9	16,2	914,6	914,7	914,2	1,1	203°	3,1	-3	0,0
2	24,1	23,6	24,1	60	63	60	15,9	16,4	15,7	914,3	914,6	914,3	0	62°	1,9	-3	0,0
3	23,3	23,3	24,1	68	68	60	17,1	17,1	15,9	914,3	914,4	914,2	1,5	105°	3,9	-3	0,0
4	22,6	22,5	23,3	74	75	68	17,8	17,8	17,1	913,8	914,3	913,8	1,8	76°	4,4	-3	0,0
5	22,2	22,2	22,6	77	77	74	18,0	18,0	17,8	913,1	913,8	913,1	0,8	59°	4,1	-3	0,0
6	21,9	21,9	22,2	79	79	77	18,1	18,1	17,9	913,2	913,3	913,1	1,4	66°	2,9	-3	0,0
7	21,6	21,6	21,9	81	81	79	18,2	18,2	18,1	913,1	913,2	913	1,6	56°	3,5	-3	0,0
8	21,2	21,2	21,6	83	83	81	18,2	18,2	18,1	913,2	913,3	913,1	1,2	47°	3,5	-3	0,0
9	21,4	21,2	21,4	82	83	81	18,1	18,1	18,0	914	914	913,2	0,7	57°	2,7	41	0,0
10	21,8	21,4	21,8	81	82	80	18,4	18,4	18,0	914,3	914,3	914	1,9	29°	3,7	365	0,0
11	23,2	21,8	23,7	75	81	74	18,5	19,0	18,3	914,5	914,6	914,3	2	10°	4	1882	0,0
12	22,9	22,6	23,2	78	79	75	18,9	18,9	18,5	914,9	914,9	914,5	2	357°	4,5	1183	0,0
13	23,2	22,9	24,8	76	79	68	18,7	19,2	18,3	914,8	914,9	914,8	3,9	12°	6,3	1996	0,0
14	23,6	21,9	24,1	76	88	74	19,1	20,6	18,6	914,3	914,8	914,3	3	1°	6,3	3034	1,0
15	25,2	23,6	25,6	64	78	63	17,8	19,8	17,6	913,6	914,3	913,6	3,2	7°	5,6	3461	0,0
16	27,0	25,1	27,5	58	64	55	18,0	18,4	16,5	912,5	913,6	912,5	1,9	73°	5,6	2581	0,0
17	27,9	26,5	28,1	53	59	52	17,4	18,1	16,8	911,3	912,5	911,3	2	98°	4,1	3898	0,0
18	27,8	27,3	28,5	53	57	50	17,3	18,1	16,8	910,4	911,3	910,3	0,5	49°	3,9	1962	0,0
19	18,4	18,2	27,8	92	92	52	17,1	19,7	16,5	913	913	909,8	9,6	256°	22,4	271	27,0
20	18,8	18,0	18,8	93	93	92	17,7	17,7	16,8	910,7	913	910,3	0,8	8°	22,4	83	18,4
21	20,3	18,8	20,3	93	93	93	19,0	19,0	17,7	910,9	910,9	910,7	1,2	282°	2,1	125	0,2
22	20,8	20,3	20,9	89	93	88	18,9	19,2	18,8	910,9	911	910,5	0	338°	1,7	41	0,0
23	21,0	20,8	21,3	86	89	84	18,6	19,0	18,0	911,7	911,7	910,9	0	316°	0,7	-3	0,0

Fonte: IMET (2011). Org.: Silva (2012)

.

4.1.15 – Ação das ZCAS em 2008.

Fevereiro iniciou sob a ação de uma ZCAS (Cf. Tabela 75) iniciada no dia 30 de janeiro, que atuou até o dia 8; as duas seguinte atuaram sem intervalo, concomitantemente de 22 a 25 e de 26 a 29. O mês foi caracterizado pela ação de quatro massas de ar frio e quatro sistemas frontais atuantes, que foram responsáveis por precipitações intensas e acima da média, na região Sudeste (Figura 31), fato ocorrido também em Uberlândia, que registrou um total de 272 mm, 29% acima da média. Do total precipitado na cidade, 65% ocorreu sob a ação das ZCAS:

> As chuvas mais intensas estiveram associadas à atuação do primeiro episódio de ZCAS, com destaque para as chuvas registradas nos municípios de Ituiutaba-MG (118,4 mm, no dia 03) e João Pinheiro-MG (117,9 mm, no dia 04). Em Petrópolis-RJ, a chuva forte provocou alagamentos e o deslizamento de uma encosta no distrito de Itaipava, inclusive com perdas humanas. No dia 10, a formação de áreas de instabilidade nos Estados de São Paulo e Rio de Janeiro, associadas ao intenso escoamento de noroeste e ao forte calor, resultaram em rajadas de vento que atingiram 70 km/h em Guarulhos- SP e 59 km/h no aeroporto do Galeão, no Rio de Janeiro (CLIMANÁLISE, 2008, vol. 23, nº 2, p. 11).

As chuvas no mês de março estiveram associadas a quatro SFs, abaixo da média para o mês (CLIMANÁLISE, 2008, vol. 23, n.3). Na cidade, a segunda ZCAS (12 a 17) foi responsável por 49,5% das chuvas do mês, incluindo a mais intensa, de 45 mm. Em abril, os três sistemas frontais provocaram chuvas intensas na cidade (Fotografia 16). O segundo SF atuou intensamente, permanecendo estacionário na região centro-oeste do país, provocando frio intenso no Sudeste e friagem na Amazônia.

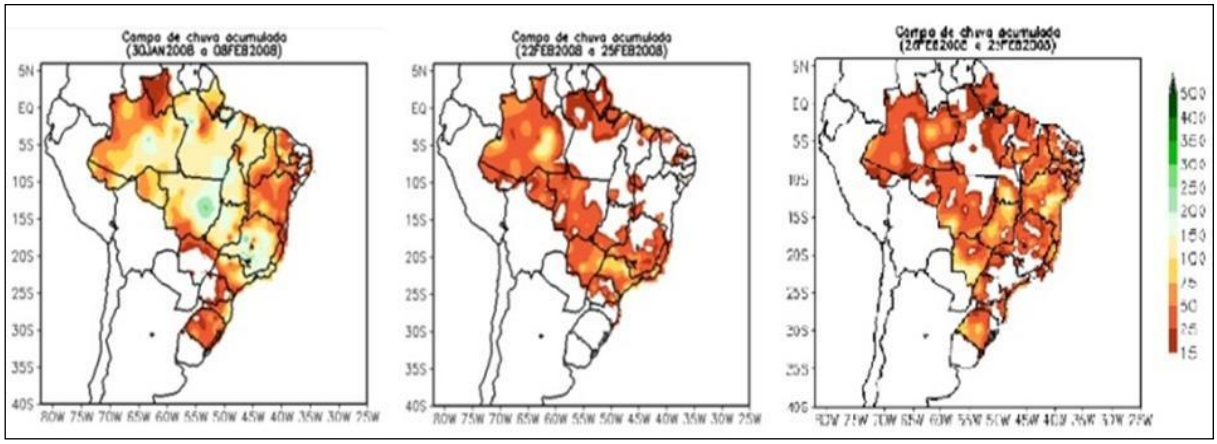
No dia 22 de abril, ocorreu uma chuva concentrada, que teve a seguinte distribuição na cidade: na UFU, 40 mm e na Base Avançada do IBAMA; e 56,7 na ANA . No aeroporto, a precipitação somada à ventania causou a queda de 30 metros de mureta, também provocou o desabamento de um muro no bairro Morada da Colina.

Tabela 75: Ação das ZCAS em 2008.

Dias	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1	5,2	**6,6**	23,1	0,0	23,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**
2	0,0	**0,0**	0,0	0,0	0,5	7,1	0,0	0,0	0,0	72,2	0,0	0,2
3	0,0	**16,0**	**0,0**	0,0	*4,4*	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,5	**0,0**
4	0,0	**19,4**	**0,0**	7,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**
5	0,0	**12,3**	**3,0**	12,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**
6	**4,5**	**17,4**	**9,5**	13,3	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,1	2,1	**0,0**
7	**7,4**	**6,3**	**0,1**	23,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**	**0,0**
8	**3,2**	**5,5**	**8,1**	2,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**	0,0
9	**0,0**	0,2	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	23,4	**4,1**	0,0
10	0,0	27,2	29,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**4,8**	3,7
11	14,4	0,0	6,6	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**8,0**	10,0
12	5,4	0,0	**0,8**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**12,9**
13	8,5	2,7	**0,2**	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**	**14,2**
14	1,5	2,6	**31,9**	6,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**6,0**	**35,4**
15	0,0	13,9	**39,4**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**	**76,7**
16	0,4	0,0	**1,1**	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	4,9	0,0	**0,0**	**56,2**
17	0,0	0,0	**45,3**	80,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**1,6**	**0,6**
18	0,0	0,1	0,6	36,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,7**	**0,0**
19	13,0	49,8	0,0	24,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**	**0,0**	**0,0**
20	**0,8**	0,0	0,0	14,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**	**10,3**	**0,0**
21	**20,9**	6,4	0,0	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,9	**10,9**	**0,0**	1,0
22	**16,2**	**16,4**	0,0	36,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	**0,0**	5,8
23	**3,4**	**1,8**	7,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**	0,0
24	**47,4**	**10,8**	1,5	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	4,1	2,6
25	24,1	**13,4**	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**16,4**
26	0,0	**2,2**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	**56,5**
27	22,9	**0,5**	13,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	**2,3**	**26,3**
28	20,5	**0,3**	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,2	**8,2**	**5,1**
29	17,3	**40,2**	2,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**2,2**	38,9
30	**6,1**	////	13,0	52,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	16,2	**0,8**	0,0
31	**1,6**	////	0,0	////	0,0	////	0,0	0,0	////	23,7	////	0,0
Total	244,7	272	237,4	314,35	28,6	9	0	0,5	17,5	149,7	60,7	362,5
Máx.	47,4	49,8	45,3	80,2	23,5	7,1	0	0,5	11,9	72,2	10,3	76,7

Fonte: LCRH. Org.: Silva (2012).

Figura 31: Totais acumulados em fevereiro de 2008.



Fonte: Adaptado de Climanálise (2008, vol. 23, n. 12, p. 21). Org.: Silva (2012).

O mês de outubro iniciou sob a ação de uma frente fria que derrubou as temperaturas que, desde o dia 28 de setembro, apresentavam amplitudes térmicas diárias acima dos 15ºC,

caindo para 2,3ºC (17,5º a 19,8ºC); sob a ação dos SF, ocorreram ainda duas precipitações: uma durante a madrugada, que totalizou 38 mm e outra no período da manhã, com 34 mm. Dos oito sistemas frontais atuantes, o quarto que começou a atuar na região do Triângulo Mineiro, no dia 13, fixou-se até o dia 19 (CLIMANÁLISE, vol. 23, n. 10, 2008) quando houve a formação uma ZCAS com duração de três dias, que se optou nesse trabalho a considerar como ZCOU (Cf. Figura 32).

Mosaico 13: Áreas impactadas pela chuva no dia 17/03/2008



Fonte Correio de Uberlândia. Org.: Silva (2012).

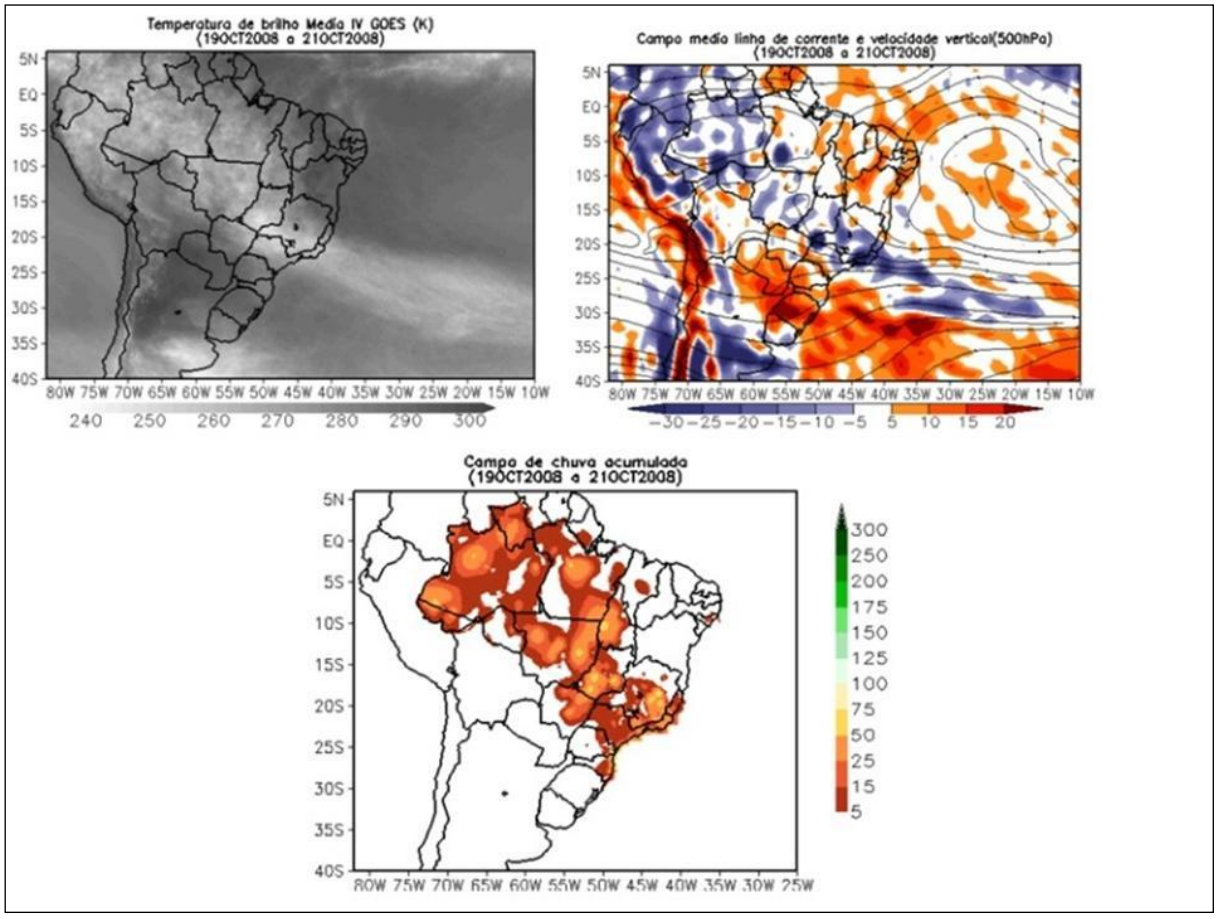
Fotografia 16: Alagamento e enxurrada atingiu 10 carros e 10 motos na rua José Roberti Migliorini (Próximo ao Parque do Sabiá) 22/04/2008.



Fonte Correio de Uberlândia. Org.: Silva (2012).

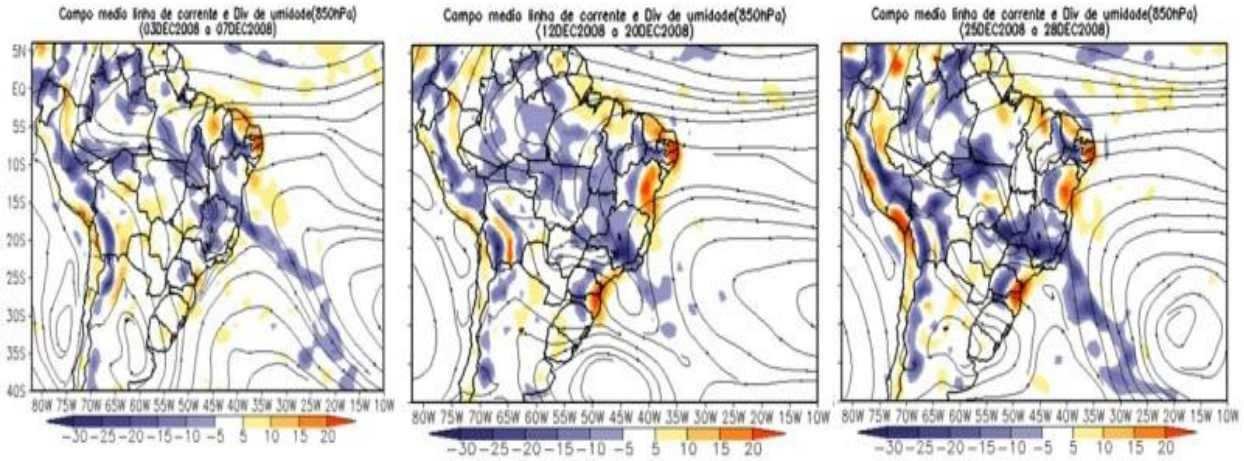
Em novembro, aturam três ZCAS (Figura 33), as duas primeiras mais ao norte de Minas Gerais, a terceira atuou na região Centro-Oeste, provocando precipitação leve em Uberlândia. Dezembro manteve os totais pluviométricos dentro da média, ao contrário de outubro e novembro, com atuação de três ZCAS resultado dos seis sistemas frontais sendo que, estes dois atuaram mais intensamente no interior do país (CLIMANÁLISE vol. 23, n. 12, 2008). A primeira atuou mais no centro-sul e norte de Minas Gerais, e sul da Bahia. A segunda foi responsável por 54% das chuvas do mês, e a terceira 28.7%, de um total de 362,5 mm.

Figura 32: Episódio de ZCOU, 19 a 21 de outubro de 2008.



Fonte: Adaptado de Climanálise (2008, vol. 23, nº3, p. 2). Org.: Silva (2012).

Figura 33: Episódios de ZCAS do mês de dezembro de 2008.



Fonte: Adaptado de Climanálise, 2008, vol. 23, nº12, p. 21. Org.: Silva (2012).

4.1.16 Ação das ZCAS em 2009

Janeiro apresentou dois episódios de ZCAS, o primeiro de 4 a 8 e o segundo de 20 a 24, este último com uma precipitação de 72 mm no dia 24, com 75% desse volume precipitado no início da manhã.

Tabela 76: Ação das ZCAS em 2009.

Dias	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1	0,0	0,9	0,0	**0,0**	6,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**	48,6
2	0,2	0,8	0,0	**24,0**	0,2	0,0	0,0	0,0	6,0	13,2	**0,0**	1,8
3	25,5	0,0	0,0	11,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**74,0**	0,1
4	**28,9**	0,0	0,0	0,0	3,1	0,0	0,0	0,0	12,0	0,0	0,0	**36,8**
5	**0,0**	40,4	1,0	0,0	43,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,1	**9,0**
6	**0,0**	0,0	2,7	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	3,5	0,0	7,8	**20,8**
7	**0,0**	10,6	29,2	27,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	**39,1**
8	**18,0**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,1**	**7,4**	**3,4**
9	15,4	42,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	19,3	**6,2**	**0,0**	**1,4**
10	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	**0,0**	**0,0**	21,5
11	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**	36,1	0,0
12	0,0	**0,3**	17,5	0,0	0,0	0,0	8,5	0,0	0,0	5,8	5,8	**0,0**
13	0,0	**11,0**	**7,1**	0,0	0,0	3,6	0,0	0,0	0,0	0,0	1,6	**1,7**
14	18,0	**17,3**	**13,8**	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**25,0**
15	7,8	**29,9**	**3,6**	2,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	18,2	0,0	**0,0**
16	3,5	**4,7**	**0,0**	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,4	0,0	0,0
17	11,1	0,0	2,9	0,0	0,0	3,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
18	4,4	3,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	21,6	0,0	9,8
19	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	27,0	0,1	0,0	0,0
20	**3,6**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,8	4,6	0,0	0,0
21	**8,9**	27,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,1	4,1	**0,0**	0,0	21,4
22	**8,0**	2,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,1	**4,4**	0,8	0,5
23	**2,2**	0,9	**4,3**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	21,9	**0,0**	0,0	1,4
24	**72,0**	0,2	**1,6**	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5	0,2	**0,0**	0,0	0,0
25	9,2	0,0	**13,2**	0,0	0,0	0,0	0,0	7,1	0,0	1,8	0,0	1,2
26	1,8	0,0	**4,1**	0,0	0,0	0,0	0,0	2,1	0,0	4,9	0,0	3,3
27	19,2	9,5	**0,2**	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	**2,9**	17,0	32,8
28	1,1	0,0	**0,9**	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	**0,2**	4,8	2,6
29	0,0	////	**0,0**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**	**7,0**	18,6
30	0,0	////	**0,5**	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**	**13,9**	20,3
31	0,0	////	**0,0**	////	11,7	////	0,0	0,0	////	**0,1**	////	0,2
Total	260	202,35	103,1	70,8	64,6	8,5	8,5	19,8	101	87,5	183,3	321,3
Máx.	72	42,8	29,2	27,7	43,4	3,9	8,5	9,1	27	21,6	74,0	48,6

Fonte: LCRH. Org.: Silva (2012).

No mês de fevereiro ocorreu apenas uma ZCAS (Tabela 76) sem causar impactos na cidade. Os problemas ocorridos foram associados a uma chuva concentrada, resultado do choque de SFs, por volta das 15h, que durou aproximadamente 30 minutos, totalizando 38,6 mm na UFU, 10 mm no IBAMA e 47,1 mm na ANA. Com rajadas de vento de até 60 km/h, causou destelhamento de cinco casas, 12 refluxos em residências, 15 quedas de árvores e alagamentos na Av. Antonio Thomaz de Rezende. Os dois episódios de ZCAS, atuantes em

março, não causaram chuvas intensas em Uberlândia, que acabou refletindo em um total 48% abaixo da média histórica.

Em outubro, a ocorrência de três episódios caracterizados como ZCAS não provocaram chuvas intensas na cidade. O mês de novembro, ainda sob efeito da zona de convergência do mês anterior, causou no dia 03 duas precipitações intensas, resultado das altas temperaturas (32,4 ºC), associado ao choque de sistemas frontais, o que provocou a precipitação de 74 mm, sendo 30 mm até as 15h e 44 mm até as 21h. Em dezembro, ocorreram duas ZCAS, a primeira de 4 a 9, mais intensa, totalizando 110,5 mm, e a segunda 26,7 mm.

4.1.17 Ação das ZCAS em 2010

Dos três episódios relacionados às zonas de convergência, os dois primeiros de 7 a 9 e 14 a 16 foram associados a ZCOU e a última à ZCAS de 20 a 23, todas com precipitações leves na cidade. Em fevereiro apresentou duas ocorrências, uma definida como ZCOU (24 a 26) e outra de 27 a 4 de março como ZCAS bem como as outras duas identificas de 15 a 18 e 29 a a 4 de abril que não causaram impactos na cidade.

Os SFs causaram ventos e as precipitações produzidas pelas ventanias em fevereiro contribuíram para ocorrência de 39 destelhamentos, 18 quedas de árvores e 16 inundações, principalmente no setor sul da cidade. No mês de abril , causaram 15 inundações em áreas de fundo de vale, principalmente nos Bairros Jardim América II, Setor Industrial, Daniel Fonseca, Morada da Colina, e Tubalina, resultado de uma precipitação de 66 mm no dia 04/04 que atingiu os setores Norte e Sul da cidade (C.f. Tabela 77).

Tabela 77: Ocorrências registradas pela Defesa Civil de Uberlândia em 2010.

Tipo de Ocorrências	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total Ocorrência
Queda / Poda Árvore	0	18	-	1	-	-	-	2	9	40	28	83	**181**
Inundações	1	16	-	15	1	-	-	-	17	2	3	17	**72**
Queda de Muros	-	2	-	3	-	-	-	-	-	3	-	1	**9**
Destelhamento	1	39	2	-	-	-	-	-	4	13	8	10	**77**
Deslizamentos	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	**2**
Doações recebidas	-	-	-	-	-	122	101	8	-	-	-	-	**231**
Doações entregues	4	-	-	1	-	-	-	4	19	7	14	6	**55**
Trincas /Rachaduras e Infiltrações	20	9	12	12	9	13	13	6	6	3	10	15	**128**
Muros de Arrimo	14	3	3	6	2	3	4	2	2	2	3	3	**47**
Outros	6	81	8	11	4	31	12	14	19	31	26	44	**287**
Total de Ocorrêncais mês	**47**	**168**	**25**	**49**	**16**	**169**	**130**	**36**	**76**	**101**	**93**	**179**	**1089**

Fonte: Defesa Civil de Uberlândia (2011). Org.: Silva (2012).

Em outubro, ocorreram duas ZCAS, que não atuaram na cidade (Tabela 78). As precipitações que atuaram resultaram da ação dos SFs, que provocaram fortes rajadas de ventos e foram responsáveis por 40 quedas de árvores e 13 destelhamentos. No mês de novembro, ocorreram três episódios, o primeiro iniciado no último dia de outubro, atuando até dia 4, com o maior registro de precipitação em 24h, 48 mm (34 mm concentrado no dia 3, que segundo registros da defesa civil causaram três inundações, oito destelhamentos e 28 quedas de árvores, sendo que em uma dessas provocou uma morte. As outras duas ZCAS (9 a 12 e 24 a 28) ocorreram com precipitações fracas durante sua ocorrência na cidade.

Tabela 78: Ação das ZCAS em 2010.

Dias	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1	0,5	0,0	**5,6**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**48,7**	**1,1**
2	1,2	0,0	**0,5**	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	31,4	**4,3**	**0,8**
3	0,0	0,0	**10,1**	23,4	0,0	5,3	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**	**0,0**
4	0,0	0,0	**0,0**	66,0	0,0	3,8	0,0	0,0	0,0	0,0	14,6	**3,0**
5	20,2	0,0	5,2	0,0	0,0	3,0	0,0	0,0	0,0	16,0	43,6	**32,0**
6	33,6	22,5	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	23,2	**6,2**
7	**8,9**	10,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	13,7	0,0	3,0
8	**10,8**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0
9	**0,0**	0,1	0,8	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**	0,0
10	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**16,4**	0,0
11	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**2,8**	0,0
12	3,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**	0,0
13	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**8,6**
14	**0,0**	0,0	2,5	0,0	0,0	0,0	1,6	0,0	0,0	0,0	14,5	**23,3**
15	**2,3**	0,0	**0,0**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,5	4,6	**13,4**
16	**0,0**	0,0	**8,0**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4	**11,8**
17	0,0	28,4	**0,0**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,0	**0,0**
18	0,0	36,5	**0,0**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1
19	0,0	0,8	0,0	0,0	7,5	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**	0,0	0,2
20	**0,0**	0,3	4,8	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**	0,4	7,2
21	**6,3**	0,0	2,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**	5,9	0,7
22	**2,4**	0,0	6,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**	67,8	0,0
23	**3,2**	0,0	31,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,1	4,5	13,0
24	0,0	**0,1**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	34,4	**0,0**	11,6
25	42,6	**12,8**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**	36,4
26	2,0	**3,5**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**	**10,2**	0,2
27	5,0	33,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**	**0,0**	**43,2**
28	9,5	**17,6**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	22,1	**0,0**	**0,0**	**4,4**
29	16,9	////	**0,0**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	24,4	0,0	0,0	**5,0**
30	0,0	////	**14,0**	12,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	27,0	**0,0**	**54,0**
31	0,0	////	**1,0**	////	0,0	////	0,0	0,0	////	**3,0**	////	**14,4**
Total	169,5	167,1	92,4	102	10,4	12,1	1,6	0	47,8	140,2	267,9	294,6
Máx.	42,6	36,5	31,4	66	7,5	5,3	1,6	0	24,4	34,4	67,8	54

Fonte: LCRH. Org.: Silva (2012).

No mês de dezembro, ocorreram três ZCAS, e estas causaram impactos diversos na cidade. Os eventos mais intensos ocorreram de 1 a 6; nesse evento, os SFs causaram, no dia 5 de dezembro, uma precipitação de 32 mm/h (registrado na UFU) com ocorrência de granizo e ventos de até 60 km/h nos setores Oeste e Central, no final da tarde. Na fazenda Letreiro (ANA) e no Aterro Sanitário, a precipitação não ultrapassou 2 mm. Também foi responsável pela ocorrência de um tornado (Cf. Mosaicos 14 e 15. A segunda ocorrência durou 14 dias, tendo maior impacto no dia 30/12, causando alagamentos nas principais avenidas da cidade, como a João Naves de Ávila e a Governador Rondon Pacheco. No total, os dois episódios da ZCAS resultaram em 17 ocorrências de inundações, 83 quedas de árvores e 10 destelhamentos.

4.1.17.a - Considerações sobre o evento climático concentrado do dia 05/12/2010.

No início da tarde (15h e 17h) do dia 05/12, ocorreu na cidade de Uberlândia um evento climático atípico, com uma intensa precipitação concentrada, acompanhada de fortes rajadas de ventos que atingiram partes do perímetro urbano, principalmente o centro da cidade, causando queda de várias árvores. No setor oeste, atingiu os bairros Luizote de Freitas e Jardim Brasília e, no setor leste, os bairros Santa Mônica, Jardim Finotti, Santa Maria e Saraiva:

> O referido evento que estava associado com o forte aquecimento diurno, com a formação de células de convecção e o aparecimento de cumulus nimbus (Cb), provocou além de chuva intensa (36 mm), queda de granizos e uma forte ventania, cujas rajas máximas registradas na Estação Climatológica da Universidade Federal de Uberlândia, no Campus Santa Mônica, foram de 76 km/hora. Também na mesma tarde, no setor sudeste da cidade de Uberlândia, ocorreu a formação de uma célula de baixa pressão com ventos circulatórios, onde o redemoinho produzido (cone de umidade) chegou a tocar o solo produzindo um levantamento de poeira e outros materiais particulados. Inicialmente pelas imagens gravadas e divulgadas (sobretudo na internet) este fenômeno aparenta ser um mini-tornado de escala F0 na Escala Fujita (65 a 115 km/hora), cuja área de ação horizontal varia no terreno entre 5 e 30 metros aproximadamente. Vale salientar que este fenômeno ainda esta sendo objeto de mais analises para uma melhor caracterização do mesmo (OLIVEIRA, MENDES e ASSUNÇÃO, 2010, S/P).

Na análise da carta sinótica (Cf. Figura 33), SOUSA[1] (2010) é descrita a formação de um sistema frontal deslocando-se para o leste do Atlântico, atuando nas coordenadas 32S/44W, um ciclone associado a um forte gradiente de pressão de 960hPa em 52S/40W. Observa-se, também, uma alta prós-frontal de 1018 hPa atuando no Rio Grande do Sul. A Alta Subtropical do Pacífico Sul (ASPS) centra-se em 33S/100W com 1028 hPa.

Outro aspecto que deve ser considerado neste evento é o comportamento da pressão atmosférica que, somado à alta temperatura que estava atuando na porção Centro-Sul do país, favoreceu a formação de um centro de convecção que resultou na formação de nuvens do tipo Cb. Essas condições, associadas a altas temperaturas, pressão e umidade, favorecem a formação da colisão-coalescência que potencializam a ocorrência de granizo.

---

[1] SOUZA, L. K.. **Análise sinótica do dia 05 mar. 2010**. Disponível em: < http://www.cptec.inpe.br/noticias/noticia/15467 acesso em 09/06/2012.

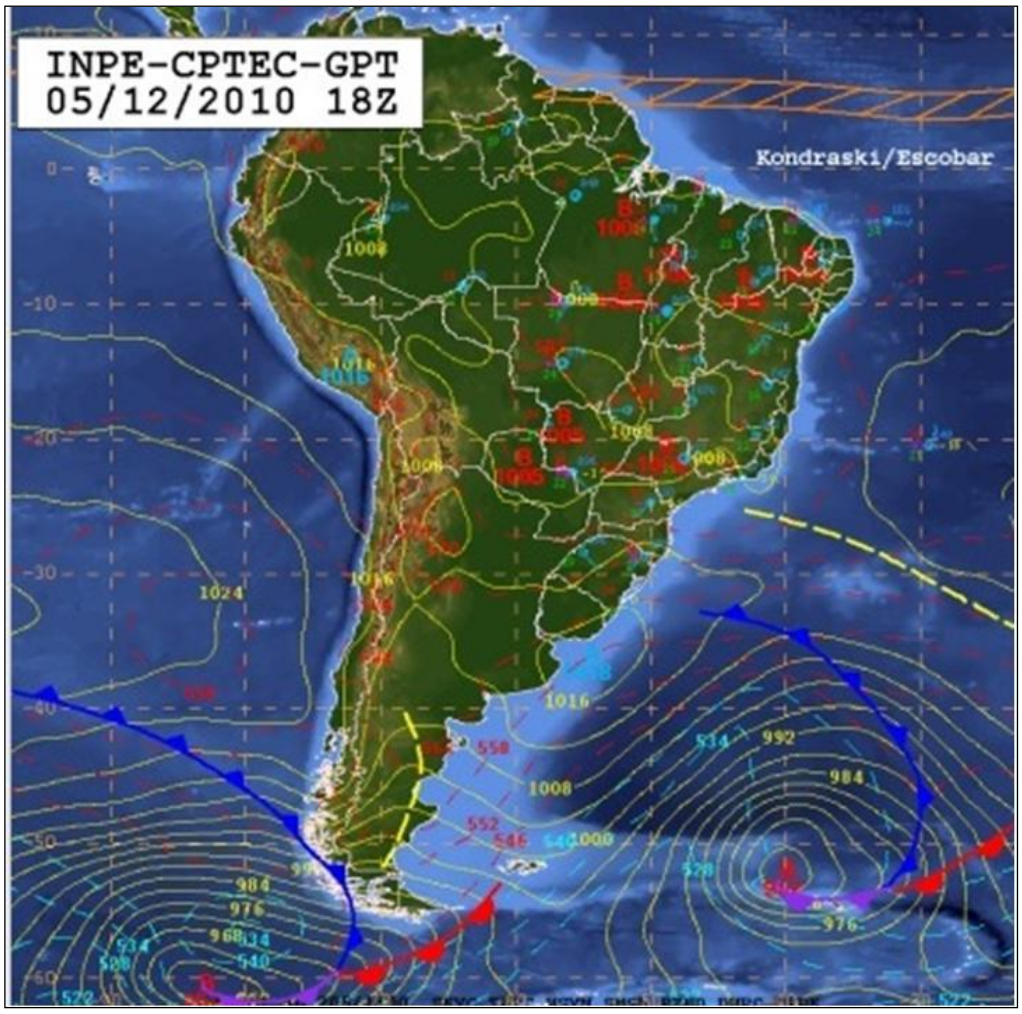
Mosaico 14: Formação de tornado na cidade de Uberlândia.



Fonte: Correio de Uberlândia, 06/12/2010 e disponível < http://www.youtube.com/watch?v=KoUQI98Sk0U> acesso em 10/01/2011. Autores : Roberto Silvestre (1), Alessandra Menezes Dela Coleta(2). 2010; (3) e (4) arquivos capturados. Org.: Silva (2012).

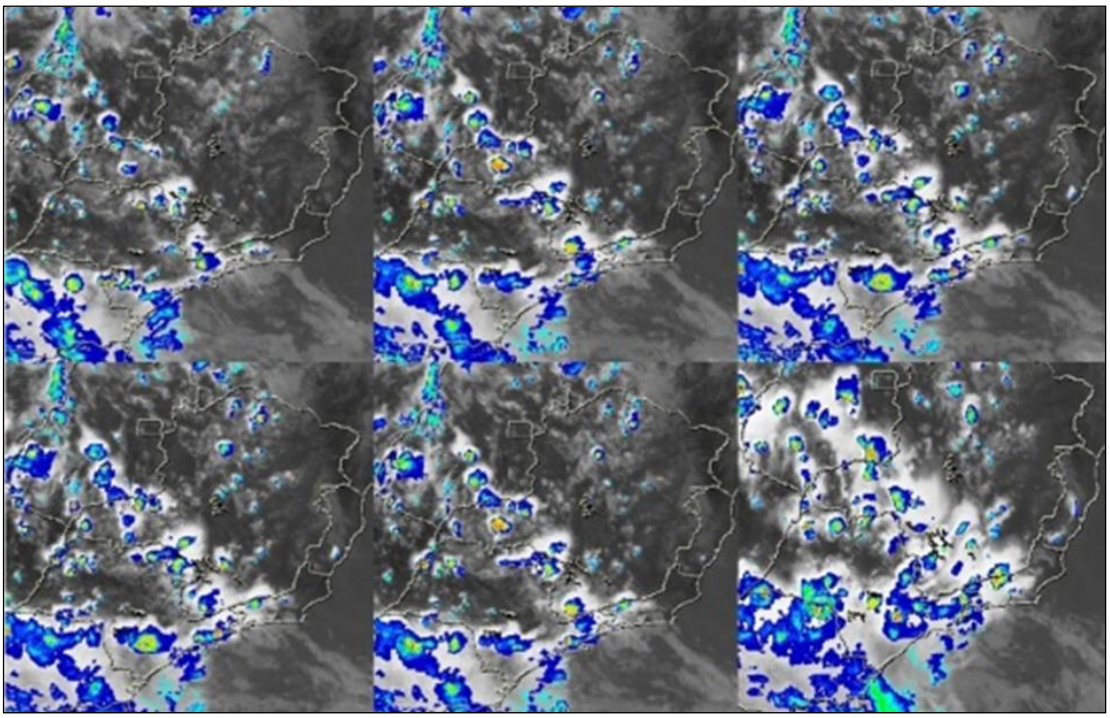
Os Gráficos 40 e 41 apresentam o comportamento térmico e pluviométrico no dia 5/12/2010. A maior temperatura registrada foi de 31,7 ºC (Aterro Sanitário), reduzindo para 23,9ºC às 16h30', ao término da precipitação. Na estação do INMET, instalada na UFU, o maior registro de temperatura foi de 30ºC (14h); entre 15h e 16h houve uma queda de 10ºC, seguido de um aumento da pressão atmosférica (Cf. Gráfico 42), que resultou em uma precipitação concentrada de 31 mm.

Figura 34: Análise sinótica do dia 05/12/1010.



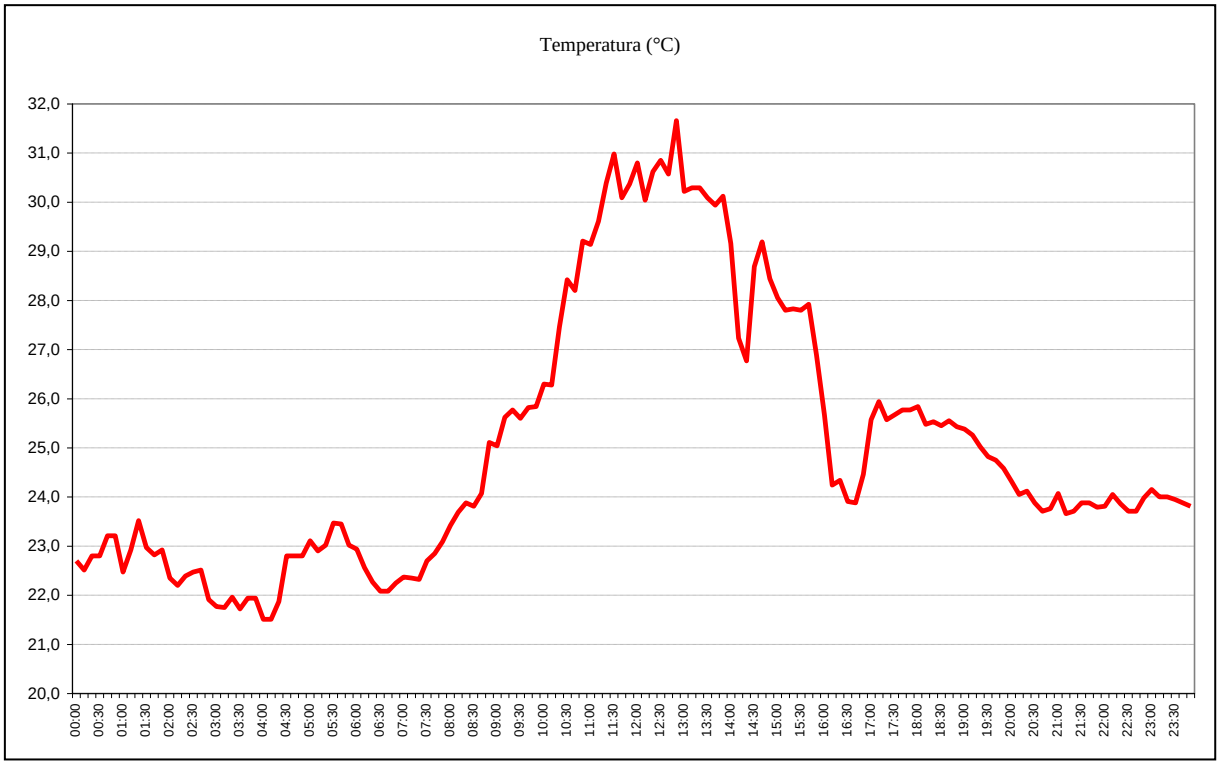
Fonte: CPTEC / INPE (2011). Org.: Silva (2012).

Mosaico 15: Imagem GOES 12 - Canal 4: 2010-12-05 – 18:30 a 20:30:00 GMT.



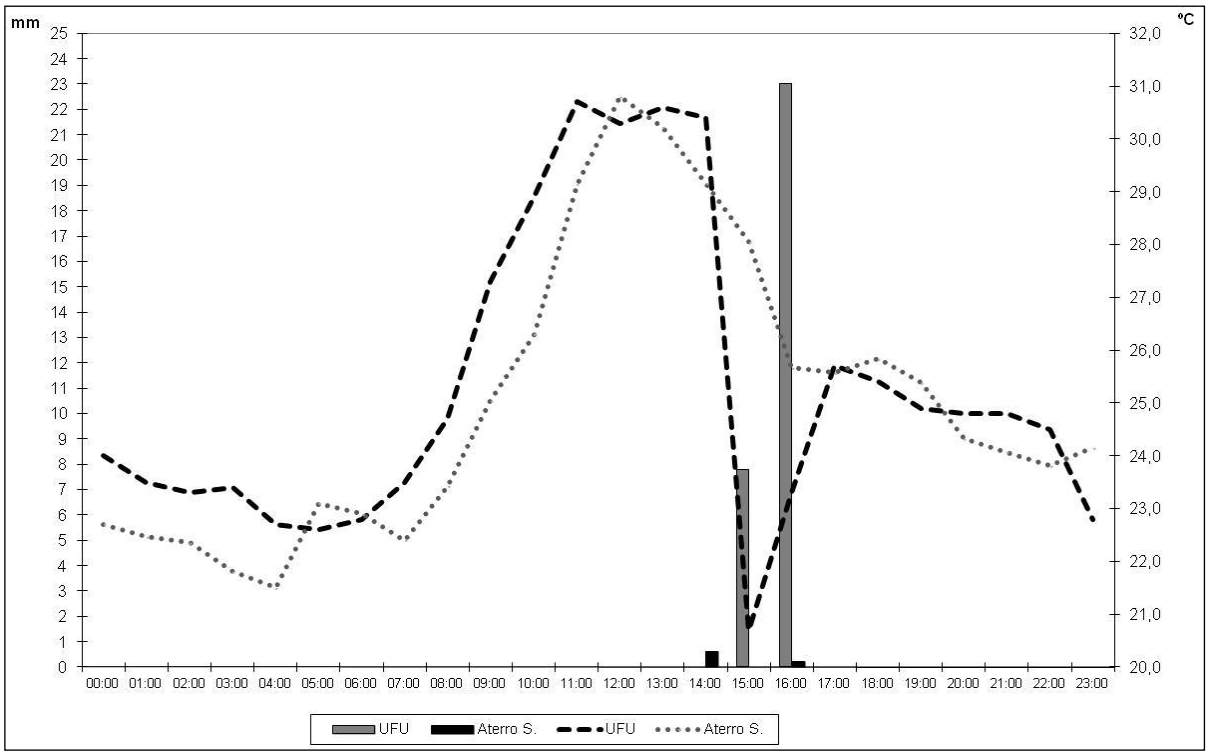
Fonte: Adaptado de CPTEC / INPE, disponível em < http://sigma.cptec.inpe.br/prec_sat/>. Org.: Silva (2012).

Gráfico 41: Comportamento da temperatura no dia 05/12/2010.



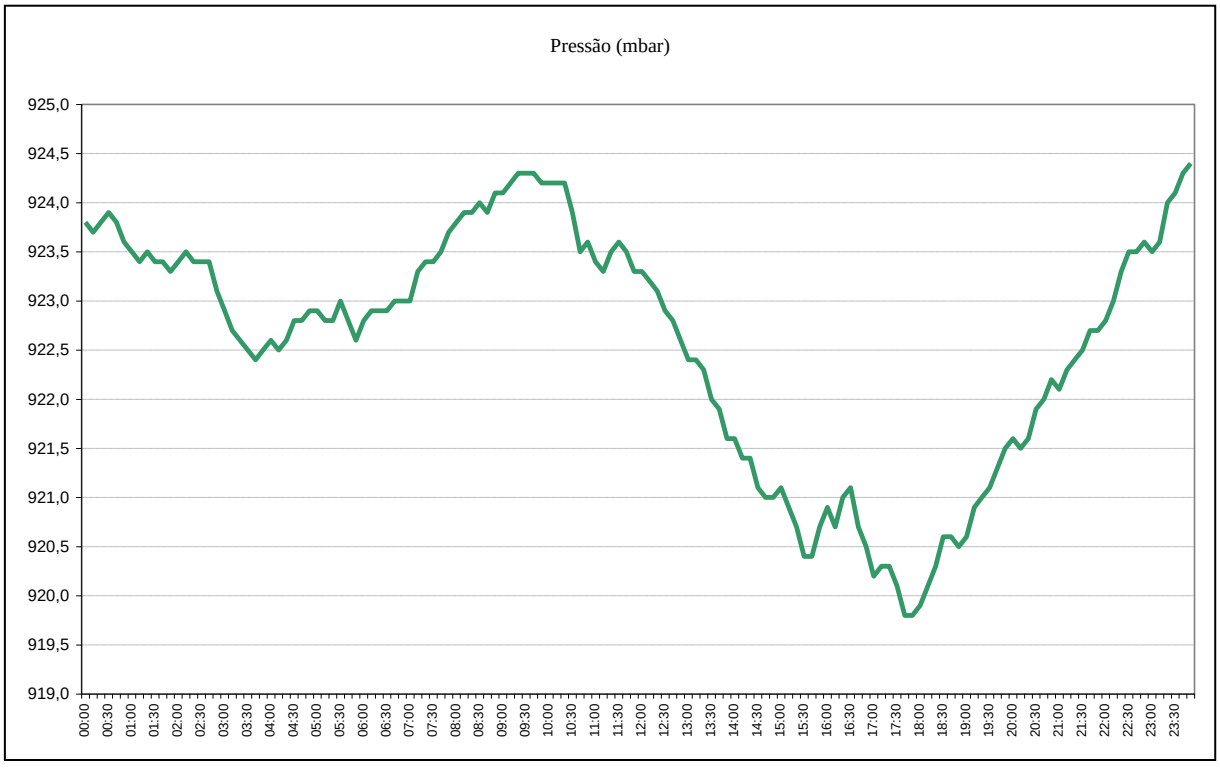
Fonte: Aterro sanitário de Uberlândia. Org.: Silva (2012).

Gráfico 42: Climograma do dia 05/12/2010.



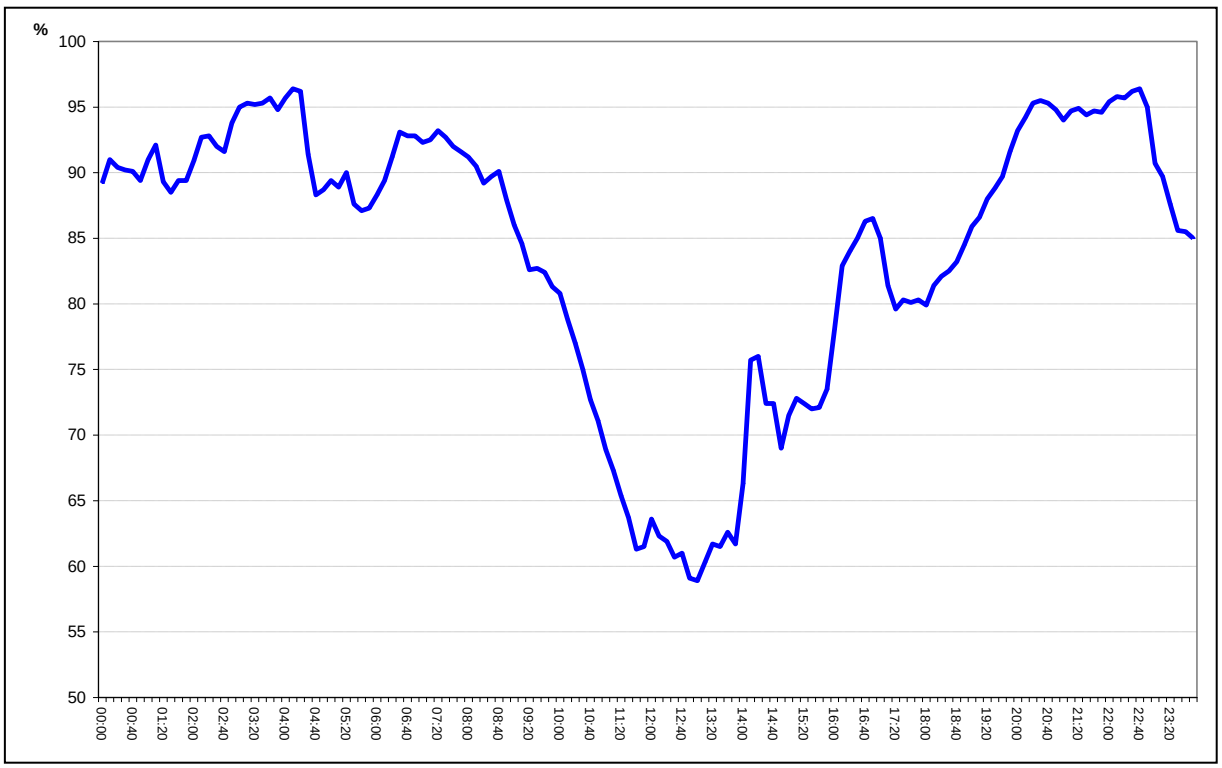
Fonte: Aterro sanitário de Uberlândia. Org.: Silva (2012).

Gráfico 43: Variação pressão no dia 05/12/2010.



Fonte: Aterro sanitário de Uberlândia. Org.: Silva (2012).

Gráfico 44: Variação da umidade no dia 05/12/2010.



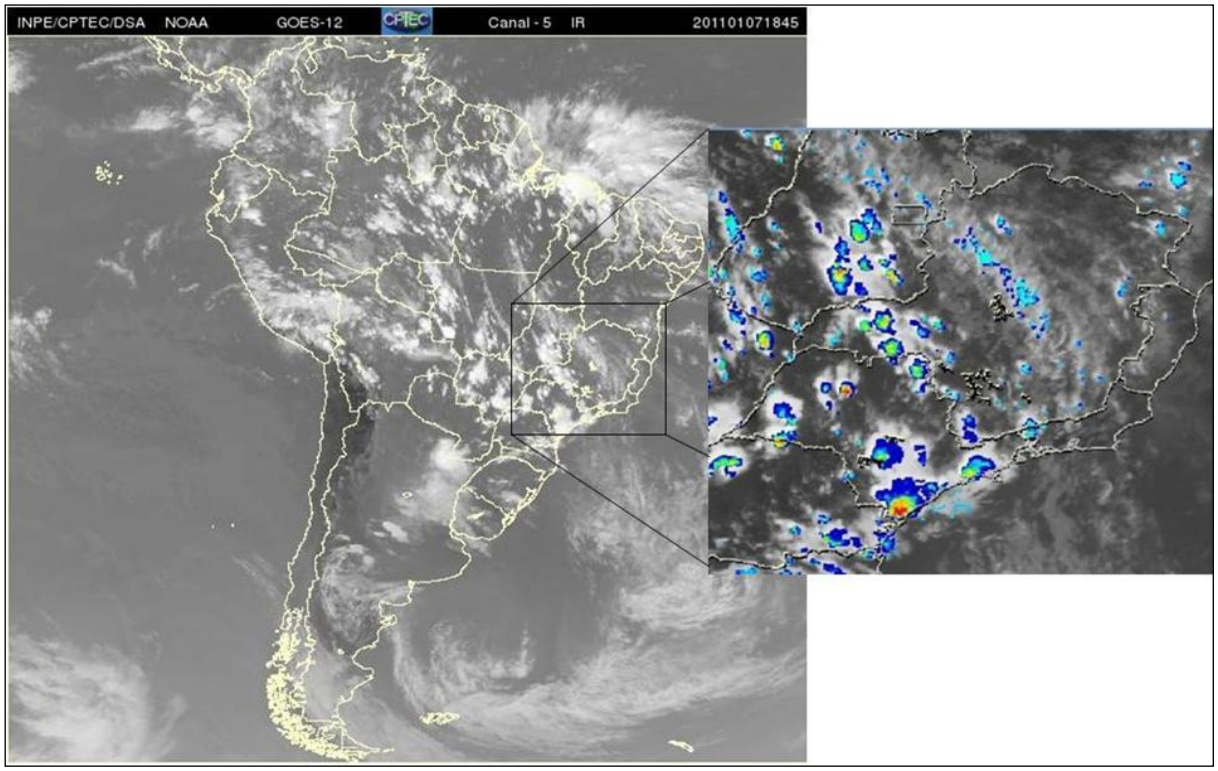
Fonte: Aterro sanitário de Uberlândia. Org.: Silva (2012).

Os dados apresentados anteriormente demonstraram distribuição espacial da precipitação na cidade de Uberlândia e o aumento significativo dos impactos após dois anos (2008 e 2009), sem eventos significativos.

4.1.18 – Ação das ZCAS em 2011

Ocorreram três ZCAS no mês de janeiro (1 a 7, 11 a 16 e 18 a 21). A primeira causou uma chuva concentrada (29,2 mm; Cf. Figura 35), no início da tarde, causando prejuízos nos setores Central, Oeste e Sul, tais como alagamentos nas avenidas Aspirantes Mega, Paes Lemes cruzamento com a Getúlio Vargas, Cipriano Del Fávero e Rondon Pacheco.

Figura 35: Precipitação do dia 07/01/2011.



Fonte: Adaptado de CPTEC / INPE, Imagem Goes 12 , canal 4 e cana l 5 Infravermelho. Org.: Silva (2012).

A segunda ZCAS não produziu grandes volumes de chuva em Uberlândia, mas sua atuação foi sentida na região serrana do Rio de Janeiro, onde causou deslizamentos, matando mais de 250 pessoas:

> A atuação de episódios de ZCAS, especialmente em meados de janeiro, associada às temperaturas da superfície do mar acima da média em parte da costa da Região Sudeste, contribuiu para o desastre ocorrido na região serrana do Rio de Janeiro. As chuvas contínuas causaram fortes enxurradas e deslizamentos de terra, com o registro de centenas de mortos em Nova Friburgo, Petrópolis e Teresópolis e também em cidades próximas. Nos dias 11 e 12, na estação do INMET registrou 166 mm em Nova Friburgo-RJ, o que corresponde a mais que 70% do valor médio histórico para janeiro (232,1 mm) (CLIMANÁLISE, 2011, VOL. 26, Nº 1, P. 12).

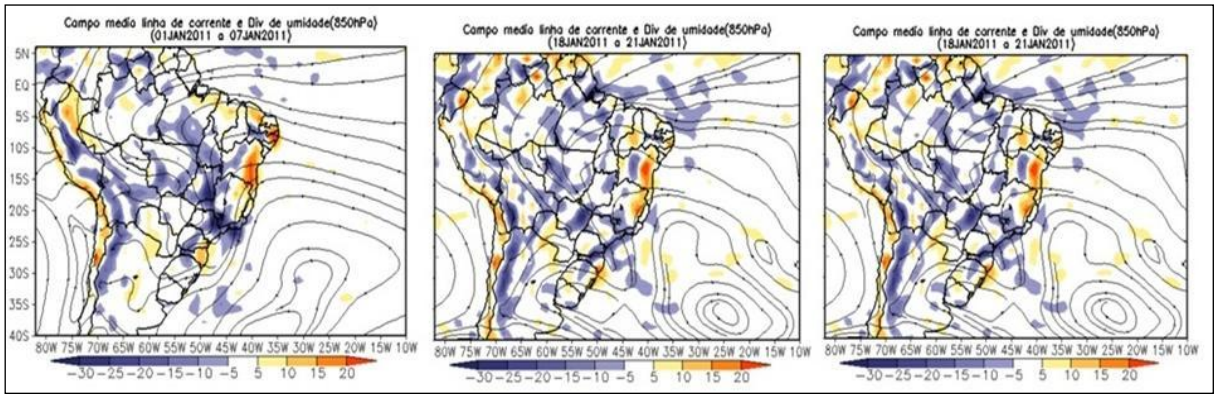
A Figura 36 apresenta o comportamento da ZCAS, demonstrando a distribuição da umidade sobre a região do Triângulo Mineiro, bem como a atuação da mesma nos dois eventos seguintes sobre a região serrana do Rio de Janeiro, causando muitos prejuízos materiais e a perda de centenas de vidas humanas, o que demonstra a ação da ZCAS em comparação com o relevo em ambientes distintos do território brasileiro.

Tabela 79: Ação das ZCAS em 2011.

Dias	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1	**5,0**	0,5	**17,0**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**	**1,0**
2	**31,8**	0,0	**22,0**	4,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**8,2**	**0,0**	**13,0**
3	**34,6**	1,0	**40,4**	54,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	**0,6**	**0,0**	**0,0**
4	**13,4**	0,0	**33,4**	2,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**	**0,0**	**0,0**
5	**19,8**	0,0	**2,2**	0,0	1,8	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**	0,0	0,0
6	**7,4**	0,0	**15,7**	0,0	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	**8,0**	0,0	0,8
7	**33,4**	0,0	**13,4**	0,0	1,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	21,0	1,8
8	1,2	1,6	**7,6**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,7	0,0	2,4
9	15,6	**0,0**	**0,1**	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,8	0,0	1,6
10	0,4	**0,0**	3,8	26,0	0,0	16,6	0,0	0,0	0,0	1,3	0,0	35,3
11	**1,0**	**0,0**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2
12	**1,2**	**0,0**	2,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
13	**11,0**	**37,1**	6,4	15,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	13,9	0,0
14	**4,4**	**28,5**	24,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	16,6	12,4	**0,0**
15	**0,3**	**38,4**	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,0	18,0	**42,8**
16	**6,4**	**0,2**	2,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,6	4,8	**7,8**
17	7,6	13,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**11,5**	0,0	**43,3**
18	**1,7**	0,2	45,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,1**	0,0	**3,6**
19	**4,8**	0,0	23,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**	0,0	**13,8**
20	**0,0**	0,0	24,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**	0,0	**0,0**
21	**0,0**	0,0	4,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**	0,0	**1,8**
22	27,0	0,2	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,7	**6,4**	0,0
23	0,0	6,2	2,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,0	**12,8**	0,0
24	0,0	15,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**	0,0
25	0,0	1,3	6,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**2,0**	**50,0**
26	0,0	0,0	0,0	18,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,2	**0,0**	**9,2**
27	0,0	12,2	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0,0**	**2,4**
28	0,0	**11,0**	0,0	37,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**24,2**	**10,8**
29	0,3	////	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	33,4	**8,6**	**0,0**
30	5,0	////	**0,0**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,2	13,2	**0,0**
31	28,0	////	**21,9**	////	0,0	////	0,0	0,0	////	**0,0**	////	58,0
Total	261,3	167,0	322,7	160,4	4,8	16,6	0,0	0,0	0,1	134,6	137,3	299,6
Máx.	34,6	38,4	45,8	54,1	1,8	16,6	0,0	0,0	0,1	33,4	24,2	58,0

Fonte: LCRH. Org.: Silva (2012).

Figura 36: Ação das ZCAS em Janeiro de 2011.



Fonte: Adaptado de Climanálise (2011, vol. 26, nº 1, p.20). Org.: Silva (2012).

No dia 31, ocorreu uma precipitação concentrada de 28 mm, ocorrência de granizo nos bairros Umuarama, Brasil e Santa Mônica; no final da tarde também foi relatado alagamentos em vários pontos na cidade.

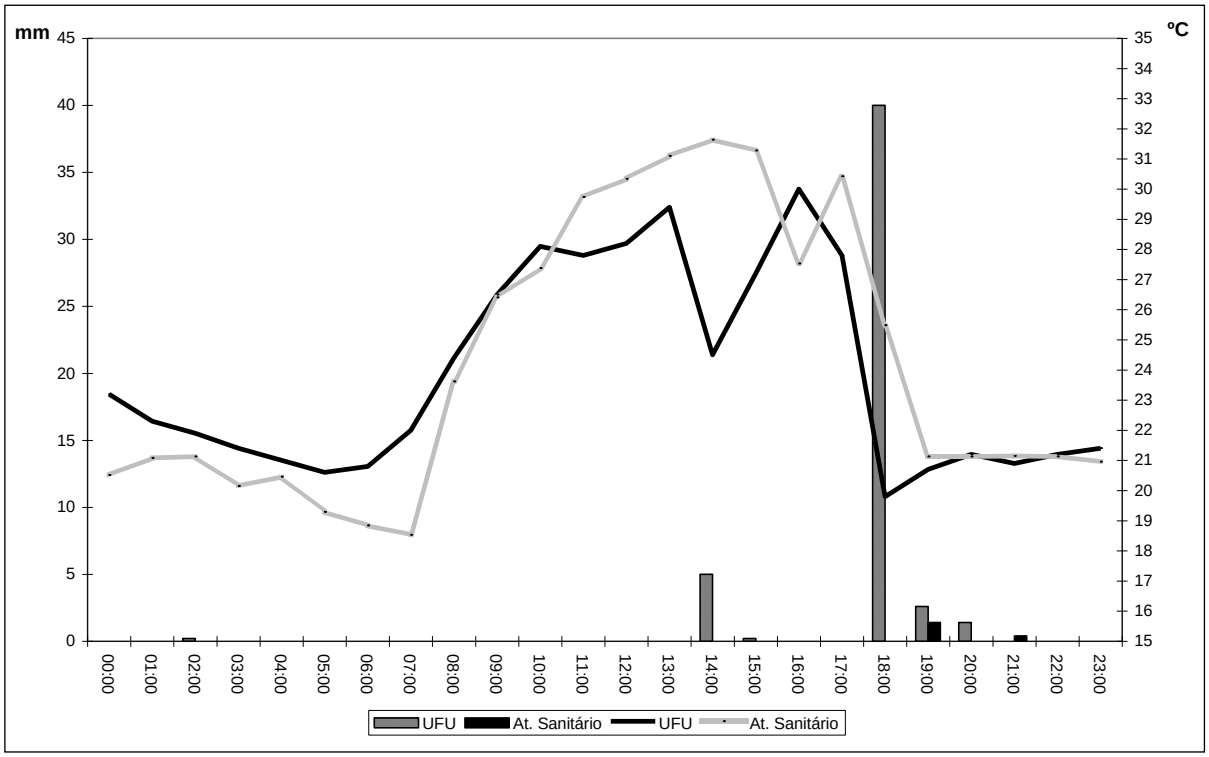
Os maiores volumes precipitados em fevereiro foram associados à única ZCAS (9 a 16); porém, o único impacto relatado na cidade, nesse período, resultou de uma precipitação isolada nos setores Central e Oeste, além de registros de ventos de até 60 km/h. Em março, ocorreu a maior precipitação mensal do ano (322,7 mm; Tabela 77). Durante a ocorrência da ZCAS, precipitou 162,8 mm, ou seja, 50,4 % desse total; porém, sem provocar grandes impactos na cidade. O maior impacto foi associado a uma pré-frontal que provocou uma chuva de 45 mm concentrada em uma hora.

Em outubro, as chuvas ficaram 18% acima da média histórica de 113,4 mm, resultado da ação dos SFs; as duas ZCAS produziram somente 28,4 milímetros. A precipitação concentrada do dia 29 foi de 33,4 mm (UFU) e 67 mm (no setor Sul), resultado de um SF; posteriormente, isso será analisado no capítulo 5. Novembro teve a ocorrência de dois episódios de ZCAS; o primeiro iniciou dia 31 e durou até dia 4; não ocorreram chuvas na cidade, nesse episódio. O segundo, de 22 a 29, foi responsável por 39,35 % da precipitação do mês, sem causar impactos na cidade.

No mês de dezembro ocorreram três ZCAS, a primeira iniciada no dia primeiro durou quatro dias, desses choveu somente 14 mm durante os dois primeiros. O segundo, de 14 a 21, totalizou 113,1 mm. O terceiro, de 25 a 30, totalizou 72,4mm; destes, 69% ou 50 mm precipitou no final da tarde e início da noite (Cf. Gráfico 45, Figuras 37 e 38, e o Mosaico 16).

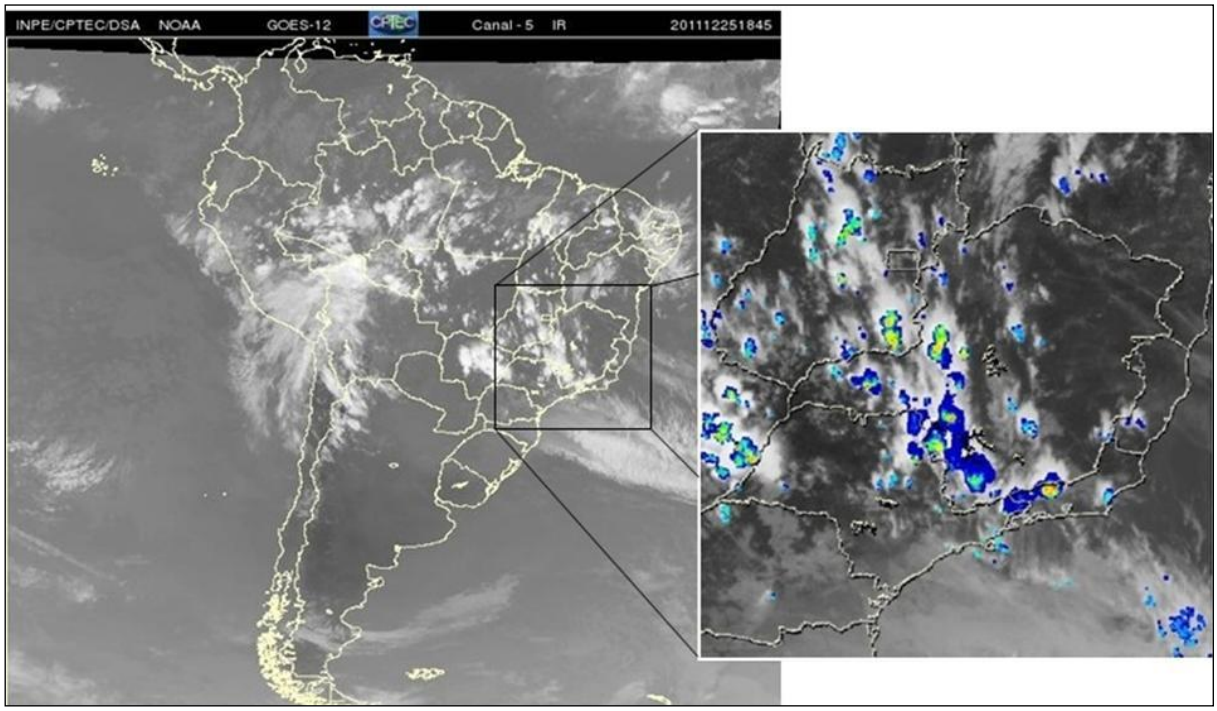
Esse evento causou grandes impactos na cidade, resultado da chegada de uma frente fria associada a altas temperaturas, causou além de uma precipitação concentrada de 47,4 mm entre 18h30’ e 19h30’, ventos de 45 km; os diversos impactos estão demonstrados no Mosaico 15: os maiores impactos ocorreram nos setores Leste e Sul. No ponto de estudo localizado no bairro Cidade Jardim (Setor Sul), o pluviômetro registrou um total de 150 mm até 21h. Segundo relato dos moradores, indica-se que a chuva iniciou por volta das 14 h. Esse volume precipitado poderia ter causado muitos estragos na cidade; em outros bairros do setor Oeste indicou-se que a precipitação foi intensa. O Mosaico 16 demonstra o volume do rio Uberabinha, que transbordou. Pelo volume precipitado e os impactos na cidade pode-se concluir que a chuva mais intensa ocorreu mais concentrada fora do limite urbano, caso contrário poderia ter posto à prova a última reforma da avenida Rondon Pacheco. O Gráfico 45 demonstra que o maior volume precipitado ocorreu no setor Leste (UFU), com intensidade 0,08 mm/min (14h-15h) 0,66 mm/min às (18h-19h).

Gráfico 45: Climograma do dia 25/12/2011.



Fonte: Estação Automática UFU (INMET) e Aterro Sanitário. Org.: Silva (2012).

Figura 37: Precipitação do dia 25/12/2011.



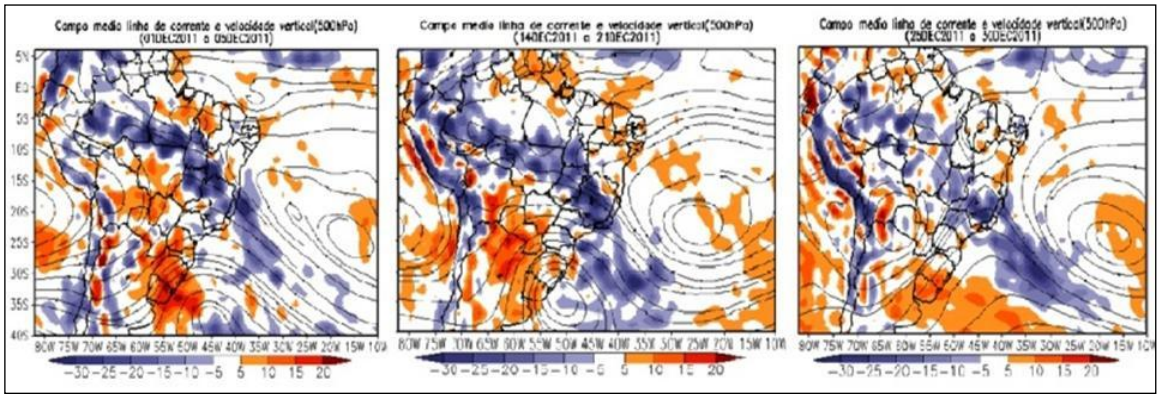
Fonte: Adaptado de CPTEC / INPE, Imagem Goes 12 canal 4 e cana l5 Infravermelho. Org.: Silva (2012).

Mosaico 16: Impactos da chuva no dia 25/12/2011.



Fonte: Correio de Uberlândia. Org.: Silva (2012).

Figura 38: Ação das ZCAS em Dezembro de 2011.



Fonte: Adaptado de Climanálise (2011, vol. 26, nº 12, p.19). Org.: Silva (2012).

A precipitação mensal em dezembro ficou abaixo da média histórica na cidade, diferentemente de outras regiões do Estado, como em Belo Horizonte, que choveu 243% acima do esperado:

> Os episódios de ZCAS que se formaram durante dezembro favoreceram o excesso de chuva principalmente no norte e leste de Minas Gerais. Destacou-se, contudo, a escassez de chuva no Estado de São Paulo, onde os acumulados mensais ocorreram predominantemente abaixo da climatologia. Em Belo Horizonte, capital mineira, a chuva acumulada no mês atingiu aproximadamente 710 mm, ficando muito acima do valor climatológico (292 mm) (CLIMANÁLISE, 2011, VOL. 26, Nº 12, p. 9).

Em 2011, foram observadas 12 ZCAS (Cf. Tabela 79), a análise da Tabela 80 indica 112 ocorrências significativas que demandaram a ação da Defesa Civil. Destes eventos, dois (março e dezembro) foram associados à atuação da ZCAS e causaram danos significativos na estrutura urbana da cidade. Os meses de março, outubro e dezembro destacaram-se com 74,5% das ocorrências de inundações.

Tabela 80: Ocorrências registradas pela Defesa Civil de Uberlândia em 2011.

Tipo de Ocorrências	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total Ocorrência
Queda / Poda Árvore	18	12	4	3	3	16	-	7	4	23	14	15	**119**
Inundações	7	8	21	3	-	-	-	-		39	5	29	**112**
Queda de Muros	3	3	6	2	1	3	-	-		7	4	10	**39**
Destelhamento	8	3	2	2		20	-	-	6	16	1	-	**58**
Deslizamentos	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	-	-	**3**
Doações recebidas	-	-	-	-	4			1		1	-	-	**6**
Doações entregues	9	5	12	7	2	54	5	1	9	11	3	-	**118**
Trincas /Rachaduras e Infiltrações	65	33	49	25	13	22	13	15	12	26	12	29	**314**
Muros de Arrimo	32	10	37	11	2			6	2	10	9	8	**127**
Outros	87	46	75	45	24	29	14	23	22	65	39	64	**533**
Total de Ocorrêncais mês	**229**	**120**	**206**	**98**	**49**	**144**	**32**	**53**	**56**	**200**	**87**	**155**	**1429**

Fonte: Defesa Civil de Uberlândia, 2012. Org.: Silva (2012).

Neste capítulo foram identificadas as influências das ZCAS na produção dos eventos pluviométricos intensos em Uberlândia. Como salientado, descobriu-se que as convergências de umidade foram responsáveis somente por 30,2% dos casos. Mas se deve considerar também os problemas oriundos da ação dos SFs, responsáveis pelas precipitações concentradas em curto espaço de tempo.

4.2 Propostas para prevenção dos impactos relacionados às chuvas na cidade de Uberlândia

Como atividade realizada durante o doutoramento vinculado ao LCRH, iniciou-se um trabalho junto à Defesa Civil de Uberlândia e ao PEP, composto também pelas Secretarias Municipais de Obras, Settran, Defesa Social, Meio Ambiente, entre outras, incluindo ainda o Corpo de Bombeiros e o Exército comandado pelo Coronel da Polícia Militar, como pode ser observado na Fotografia 17 e na Figura 39.

Essa ação pautou-se em um dos objetivos elencados para o desenvolvimento inicial deste estudo: a distribuição da precipitação pluviométrica que, historicamente, causa grandes impactos na infraestrutura urbana, relacionado às chuvas concentradas em um curto espaço de tempo.

Fotografia 17: Reunião do PEP Julho de 2009.



Fonte: Prefeitura Municipal de Uberlândia. Org.: Silva (2012).

Figura 39: Organograma do Sistema Municipal de Defesa Civil.

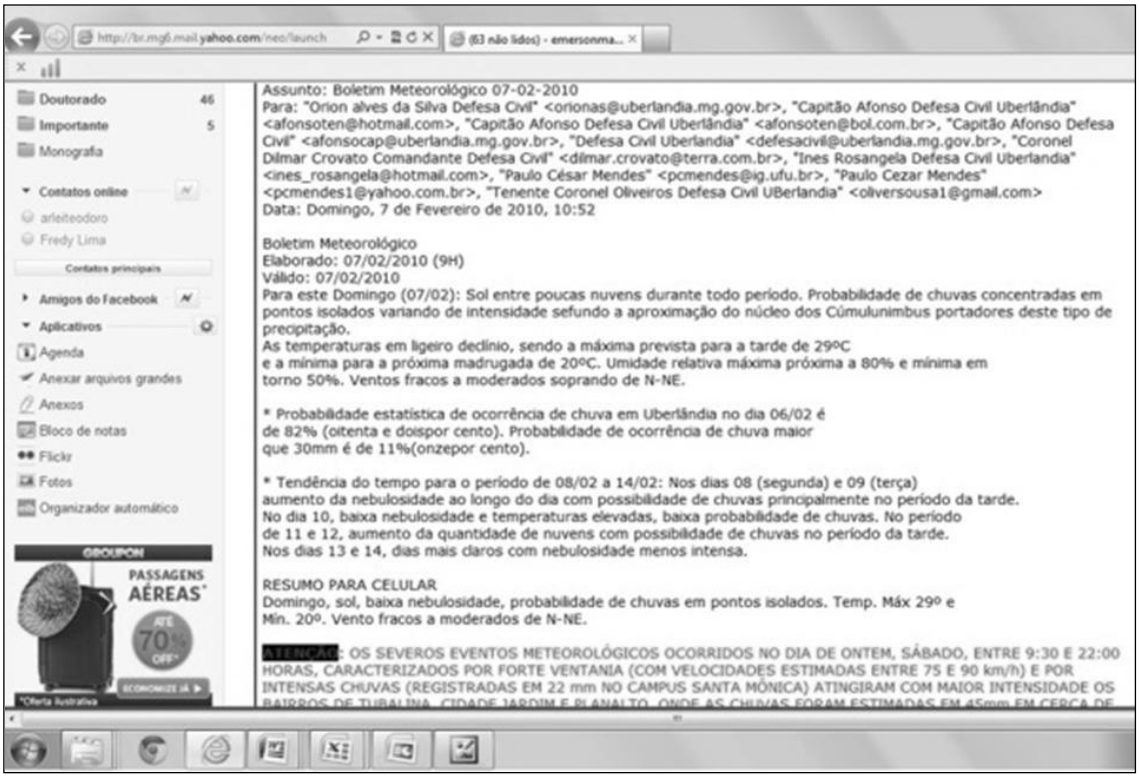


Fonte: Prefeitura Municipal de Uberlândia. Org.: Silva (2012).

Devido aos altos custos para a realização desta pesquisa, seria necessária a instalação de uma rede de mini estações automáticas compostas por termômetros e pluviômetros digitais, entre outros equipamentos, para tanto foram buscadas parcerias com os órgão públicos municipais e estaduais mencionados.

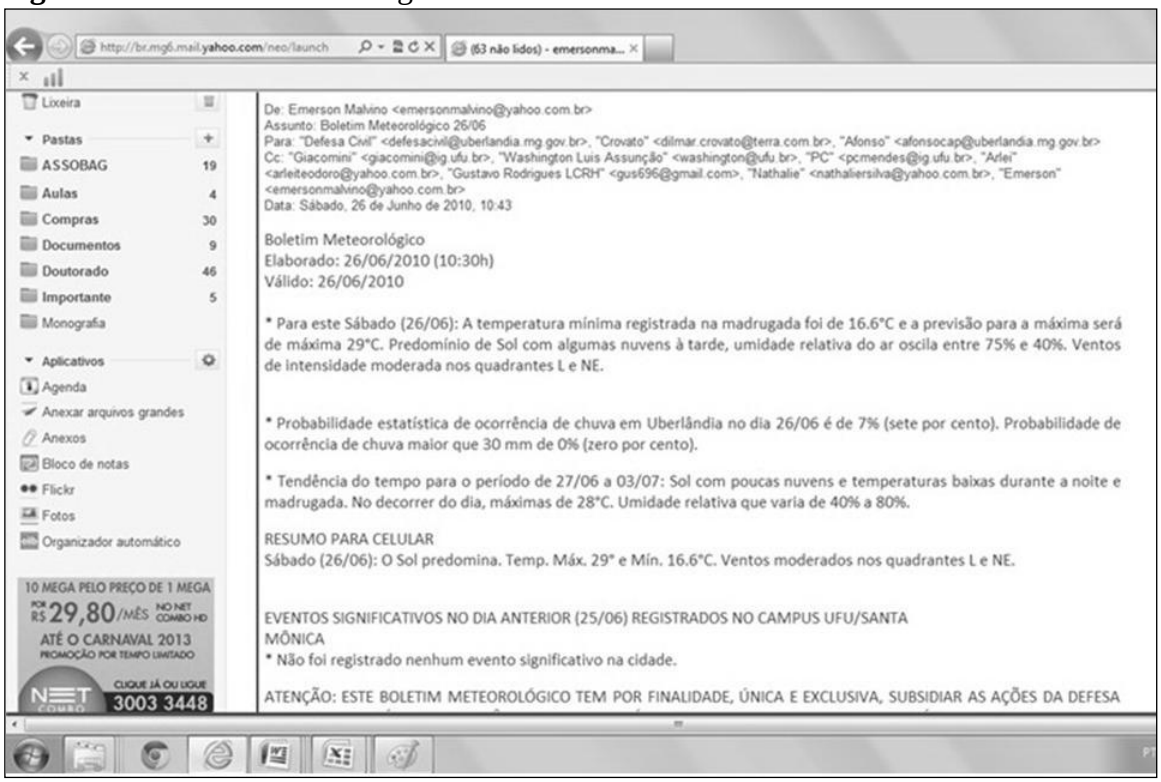
Compondo o PEP, o LCRH ficou responsável por realizar o monitoramento das condições climáticas na cidade, fazendo acompanhamento das condições meteorológicas e fazendo relatórios das previsões diárias, semanais (Figuras 40 e 41). As condições climáticas diárias passaram a ser realizadas com o acompanhamento de cartas sinóticas obtidas junto ao site do CPTEC e INMET. Alertas das condições propícias a sinistros meteorológicos são enviados ao pessoal da Defesa Civil que acionam o PEP, quando cessa o perigo o alerta é retirado.

Figura 40: Boletim Meteorológico 07/02/2010.



Org.: Silva (2012).

Figura 41: Boletim Meteorológico 26/06/2010.

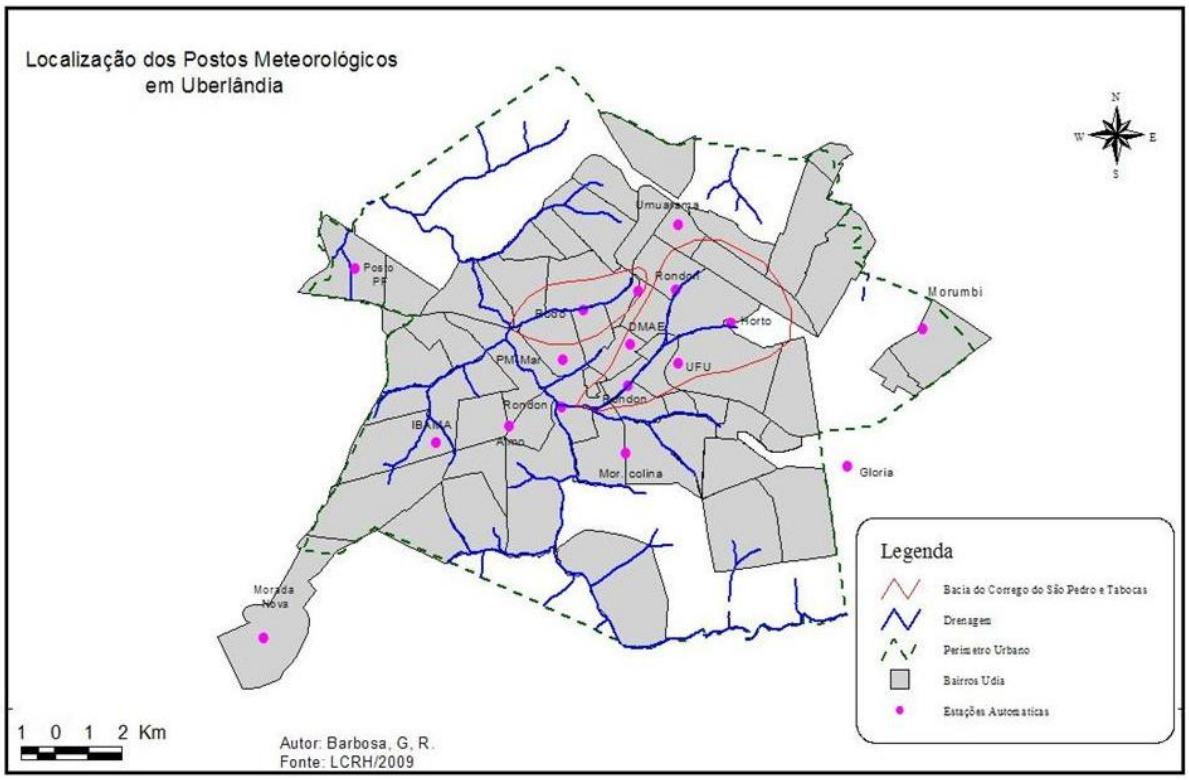


Org.: Silva (2012).

No decorrer desse período, houve grande empenho para conseguir as verbas para comprar as mini-estações automáticas, foi apresentado um projeto e orçamento com propostas de locais para a instalação dos mesmos (Cf. Mapa 11).

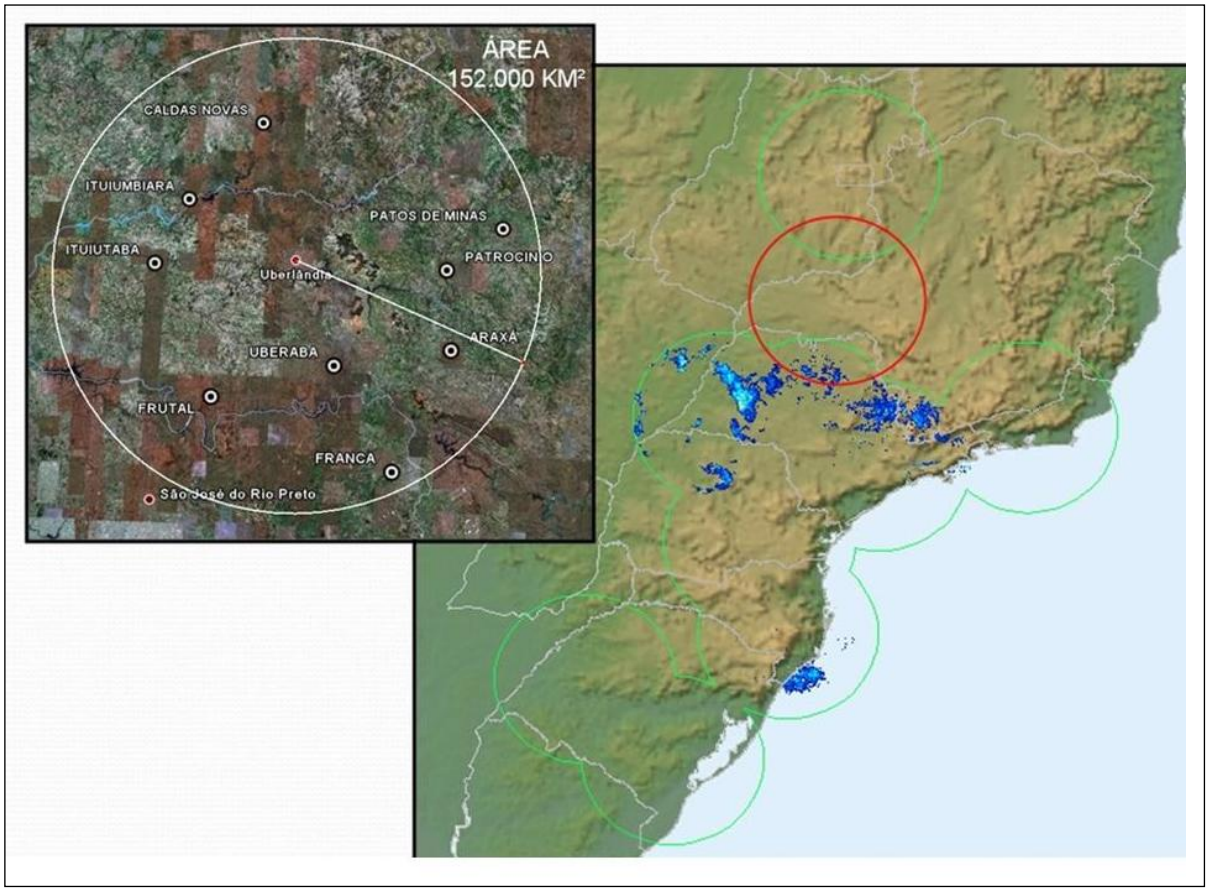
Como destacado no Mapa, são apresentados os locais para instalação das estações e as principais bacias hidrográficas: São Pedro e Tabocas, que apresentam impactos sob a ação de precipitações concentradas, ambas canalizadas. Concomitantemente, apresentou-se outra proposta, de instalação de um Radar Doppler, com intuito de monitoramento climático local, bem como a atuação numa escala mais regional, que cobriria uma área sem cobertura, como pode ser observado na Imagem de Satélite 6, que seria de grande contribuição nas regiões do Triângulo Mineiro, Alto Paraíba, Norte de São Paulo e Sul de Goiás.

Mapa 11: Proposta para instalação de mini-postos.



Org.: Silva (2012).

Imagem de Satélite 6: Distribuição de Radares Doppler na Região Centro-Sul.



Fonte da Imagem de Satélite: Google Earth (11/06/2010); INPE/CPETC. Elaboração/Organização: LCRH (2010).

As principais aplicações do Radar Doppler seriam:

- Defesa Civil: Boletins de "Estado de Alerta" e "Estado de Emergência", emitido com horas de antecedência, com vistas a salvar vidas humanas e animais das tempestades catastróficas;
- Tráfego aéreo: Precisão na previsão meteorológica, diminuindo o cancelamento de vôos e aumento de segurança;
- Pesquisa/ensino: Contribuir para o aprofundamento do conhecimento científico sobre a Meteorologia do Centro Sul do Brasil;
- Agricultura: As análises divulgadas ao setor permite um melhor planejamento das atividades do cultivo, desde o preparo do solo até a colheita, aumentado a produtividade e reduzindo as perdas;

- Turismo: Os boletins divulgados permitiriam um melhor planejamento das atividades turísticas, particularmente as que envolvem certo grau de risco, e maior segurança para os turistas.

Apesar de não ter sido possível conseguir os recursos para a instalação dos equipamentos, fica a proposta para que, futuramente, esses instrumentos possam se constituir em instrumentos que contribuam para a prevenção de precipitações intensas, com intuito, principalmente, de prevenir acidentes que possam causar perda de vidas.

5 – ANÁLISE CLIMÁTICA DOS EVENTOS PLUVIOMÉTRICOS DOS DIAS 29 E 30 DE OUTUBRO DE 2011.

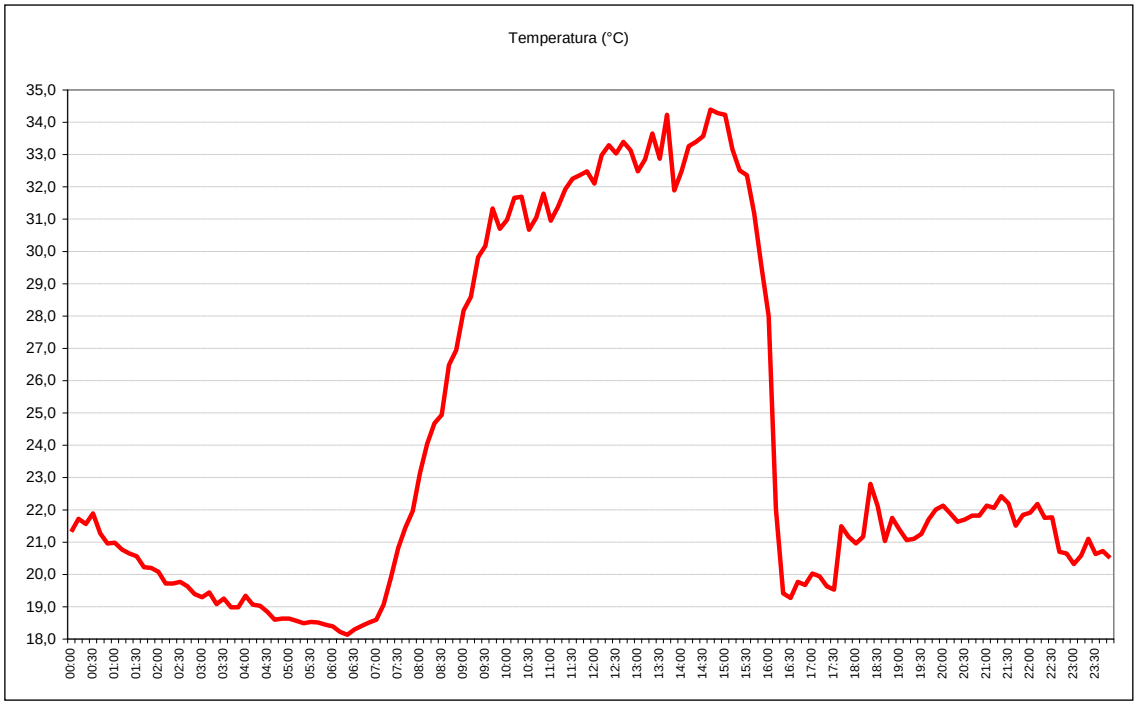
5.1 Análise da precipitação concentrada do dia 29 de outubro

A análise das condições climáticas do dia 29/12/2011, obtida junto à estação automática instalada no Aterro Sanitário da cidade, demonstra que a temperatura pela manhã era de 18,1°C (06h 20'); às 09h 30', a temperatura chegou aos 30,2°C (na estação climatológica convencional da UFU, a máxima diária registrada foi de 33,4 °C) às 14h o termômetro marcava 34,4 °C e oscilando até as 15h (34,2°C). A partir desse registro, as temperaturas reduziram para 19,5°C às 17h 30', ou seja, em 2 horas e meia houve uma variação de amplitude de 14,7°C (Cf. Gráfico 46).

A umidade relativa pela manhã estava na casa dos 96% (06h 40'); às 15h registravam-se 39,5%. As condições de umidade às 17h 10' era de 94,2%; após esse momento, manteve-se na faixa de conforto acima dos 70%, até o final do dia (Cf. Gráfico 47).

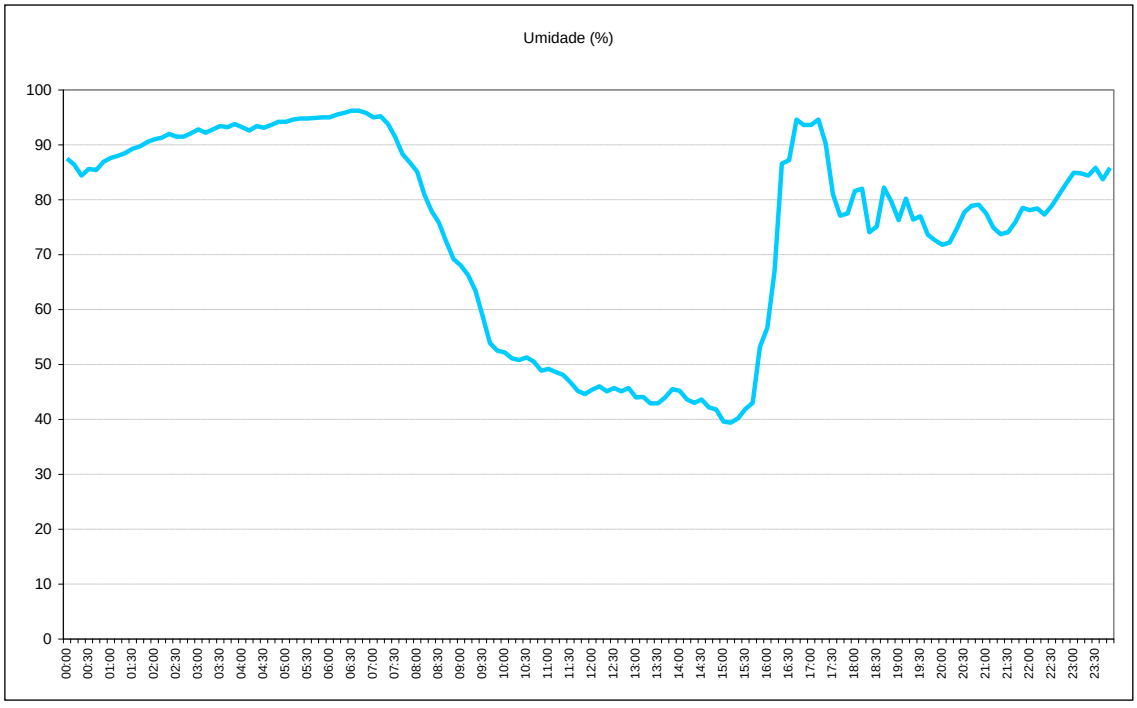
As condições da pressão atmosférica na hora mais crítica do dia foram de 917,2 mbar, (Cf. Gráfico 44) em comparação com a maior registrada 923,4 mbar. Em relação à chuva, nesse posto foi anotado 11,4 mm (entre 16h 10' e 17h 10') no pluviômetro localizado no setor sul da cidade, no bairro Cidade Jardim, o total acumulado foi de 67 mm (de 15h 45' a 17h), sendo que desse valor 50 mm ocorreu concentrado em 30 minutos (das 15h 45' às 16h15'). No Aterro Sanitário Gráfico 47 e 48 a precipitação foi menos intensa; na estação convencional do LCRH , no setor leste, a precipitação totalizou 33,4 mm, como pode ser observado no Mapa 12, que demonstra a distribuição da chuva no dia 29/10/2011.

Gráfico 46: Variação térmica no dia 29/10/2011.



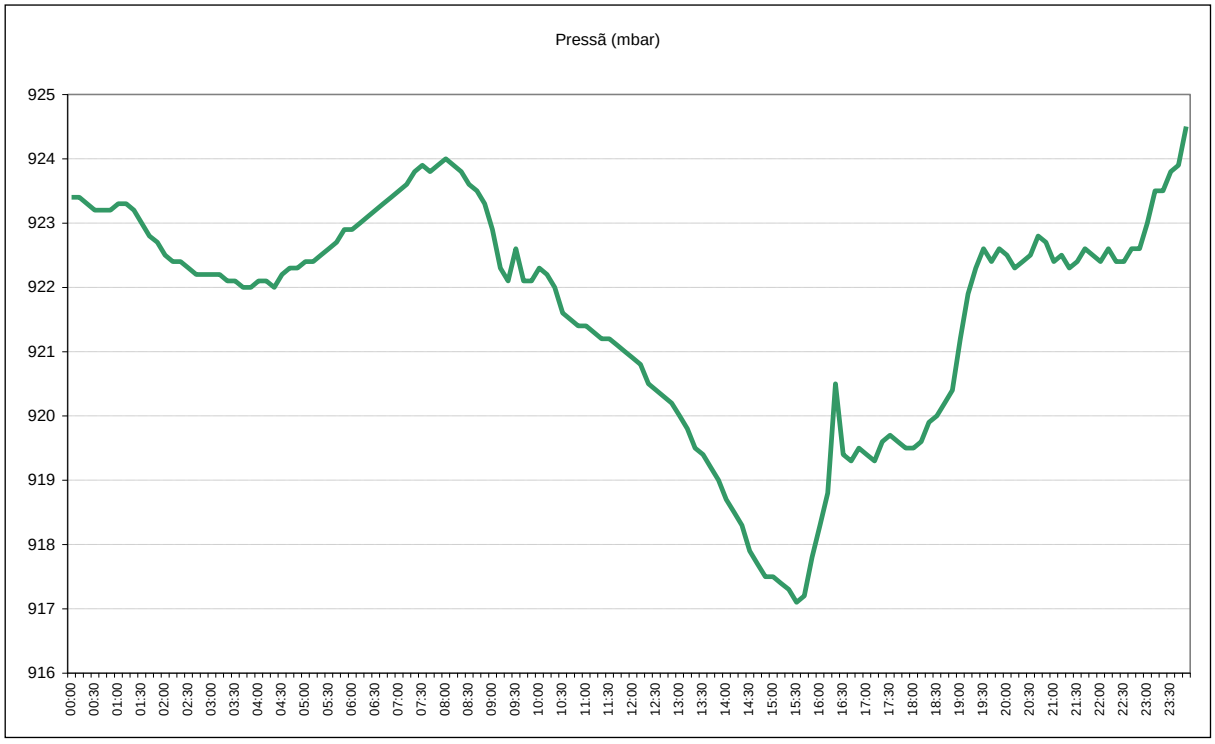
Fonte: Aterro Sanitário de Uberlândia. Org.: Silva (2012).

Gráfico 47: Variação diária da umidade no dia 29/10/2011.



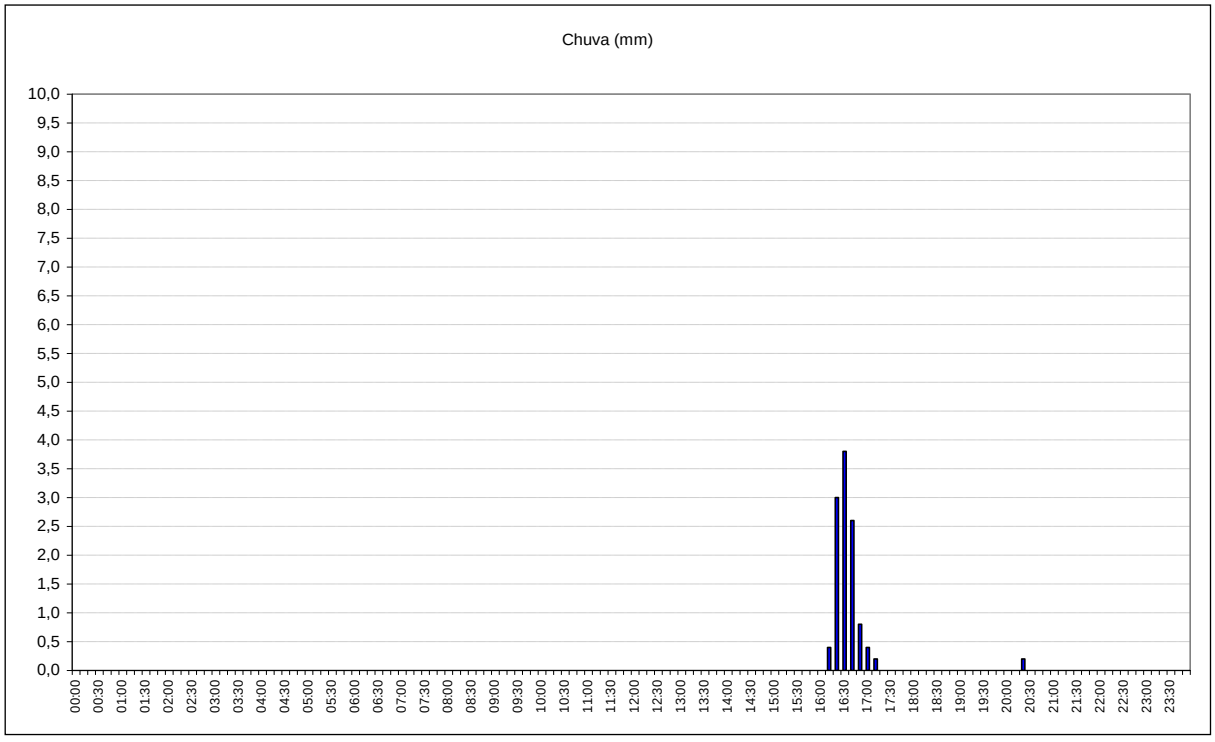
Fonte: Aterro Sanitário de Uberlândia. Org.: Silva (2012).

Gráfico 48: Variação diária da pressão atmosférica no dia 29/10/2011.



Fonte: Aterro Sanitário de Uberlândia. Org.: Silva (2012).

Gráfico 49: Precipitação registrada no dia 29/10/2011.



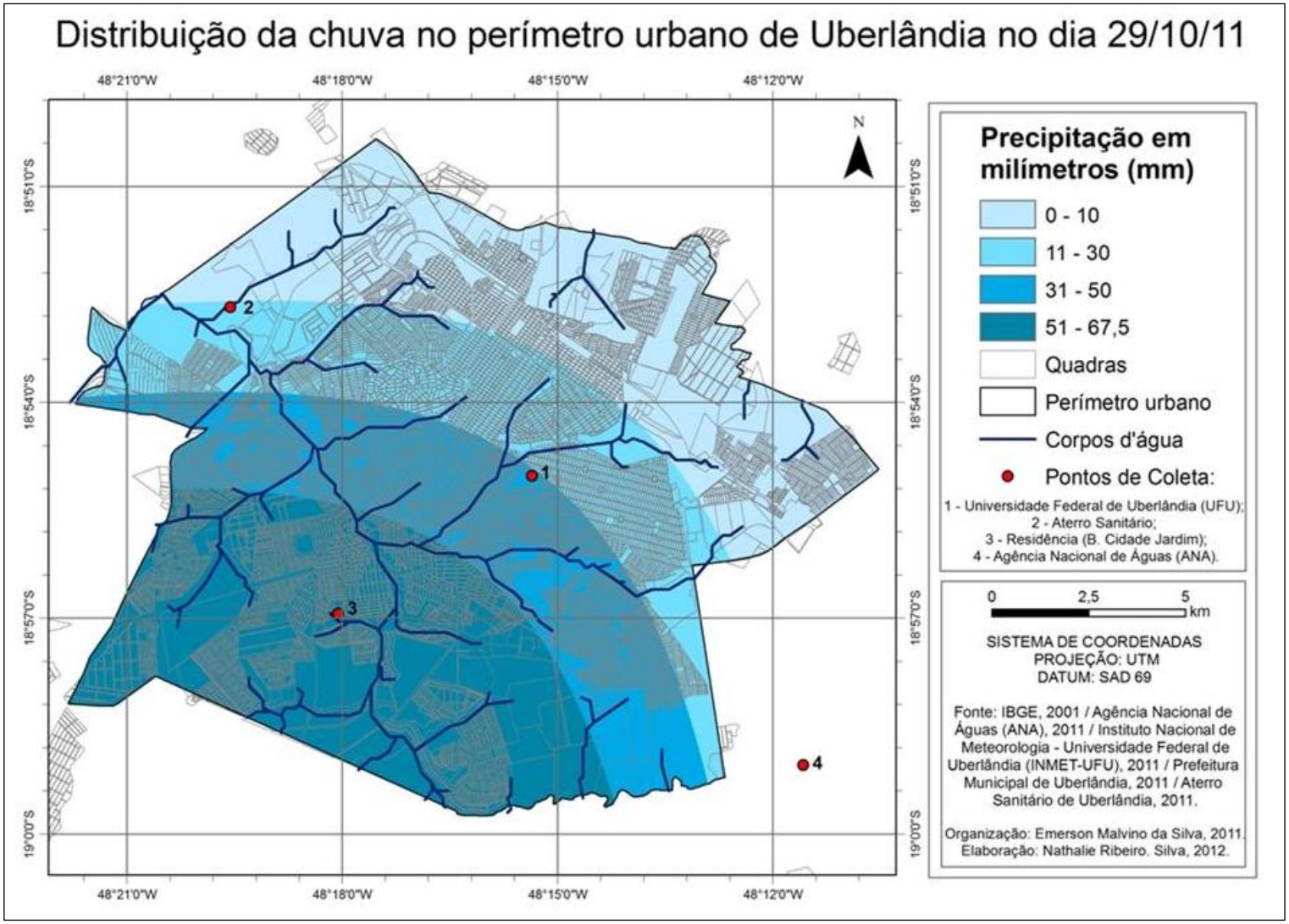
Fonte: Aterro Sanitário de Uberlândia. Org.: Silva (2012).

Tabela 81: Dados climáticos do dia 29/10/2011.

Hora	Temperatura (°C)			Umidade (%)			Pto. Orvalho (°C)			Pressão (hPa)			Vento (m/s)			Radiação	Chuva
UTC	Inst.	Máx.	Mín.	Inst.	Máx.	Mín.	Inst.	Máx.	Mín.	Inst.	Máx.	Mín.	Vel.	Dir.	Raj.	(kJ/m²)	(mm)
0	24.3	25.1	24.3	68	69	62	18.0	18.3	17.2	913.7	913.7	913.2	0.0	58°	2.3	0.000	0.0
1	25.4	25.4	24.3	58	68	58	16.5	18.1	16.5	914.4	914.4	913.7	0.7	75°	1.5	0.000	0.0
2	24.1	25.4	24.1	59	62	58	15.7	17.1	15.7	914.3	914.6	914.3	1.0	100°	3.3	0.000	0.0
3	23.6	24.2	23.5	61	62	58	15.8	15.9	15.5	914.1	914.4	914.1	0.2	65°	2.6	0.000	0.0
4	23.4	23.6	22.9	63	66	61	16.0	16.4	15.6	913.3	914.1	913.3	1.0	84°	1.7	0.000	0.0
5	22.5	23.5	22.5	68	68	62	16.3	16.5	15.8	913.0	913.4	913.0	0.0	71°	1.7	0.000	0.0
6	22.3	22.6	22.2	70	70	68	16.5	16.6	16.3	912.9	913.0	912.8	0.0	233°	0.5	0.000	0.0
7	21.8	22.3	21.7	73	76	70	16.8	17.4	16.5	913.2	913.2	912.8	0.0	90°	0.3	0.000	0.0
8	22.3	22.3	21.6	67	74	67	15.9	17.2	15.9	913.6	913.6	913.1	0.5	88°	1.4	0.000	0.0
9	22.3	22.5	22.0	68	69	66	16.0	16.5	15.8	914.2	914.2	913.6	0.1	80°	1.9	23.95	0.0
10	24.3	24.3	22.2	64	70	64	17.0	17.3	16.1	914.7	914.7	914.1	0.0	285°	1.3	516.6	0.0
11	28.5	28.5	24.3	50	65	50	17.2	17.9	16.9	914.8	914.8	914.7	0.4	33°	1.4	1394.	0.0
12	29.8	29.8	28.4	45	54	43	16.5	18.3	15.5	914.6	914.9	914.6	0.8	96°	4.2	2245.	0.0
13	30.1	30.7	29.6	42	46	41	15.9	17.0	15.1	914.0	914.6	913.9	2.6	80°	4.9	2953.	0.0
14	31.5	31.5	30.1	39	44	37	15.7	16.6	14.7	913.5	914.0	913.5	2.0	17°	6.4	3462.	0.0
15	32.2	33.1	31.2	40	41	35	17.0	17.0	15.3	912.6	913.5	912.6	2.7	342°	5.9	3814.	0.0
16	31.2	32.6	30.8	40	42	35	16.2	16.7	14.6	911.3	912.6	911.3	2.7	36°	6.7	1852.	0.0
17	31.4	32.1	31.0	36	44	35	14.5	17.4	14.2	910.6	911.4	910.5	1.9	22°	7.8	841.5	0.0
18	24.3	31.4	24.1	62	65	36	16.4	18.3	14.5	911.5	911.5	910.0	4.1	50°	12.4	224.2	0.0
19	20.9	24.3	18.2	89	94	61	19.0	19.1	16.7	910.7	913.6	910.6	0.9	195°	10.8	51.58	31.0
20	21.5	21.6	20.2	68	89	66	15.3	19.0	14.8	911.2	912.2	910.7	2.4	120°	8.3	42.17	0.0
21	21.7	23.2	21.4	63	69	54	14.5	15.4	13.3	912.3	912.3	911.2	2.3	141°	9.3	23.07	0.0
22	21.3	21.7	20.8	68	72	64	15.3	15.5	14.5	913.9	914.0	912.3	1.3	189°	7.0	0.000	0.0
23	21.8	21.9	21.1	68	74	66	15.6	16.4	15.2	913.7	914.2	913.7	1.6	111°	8.4	0.000	0.2

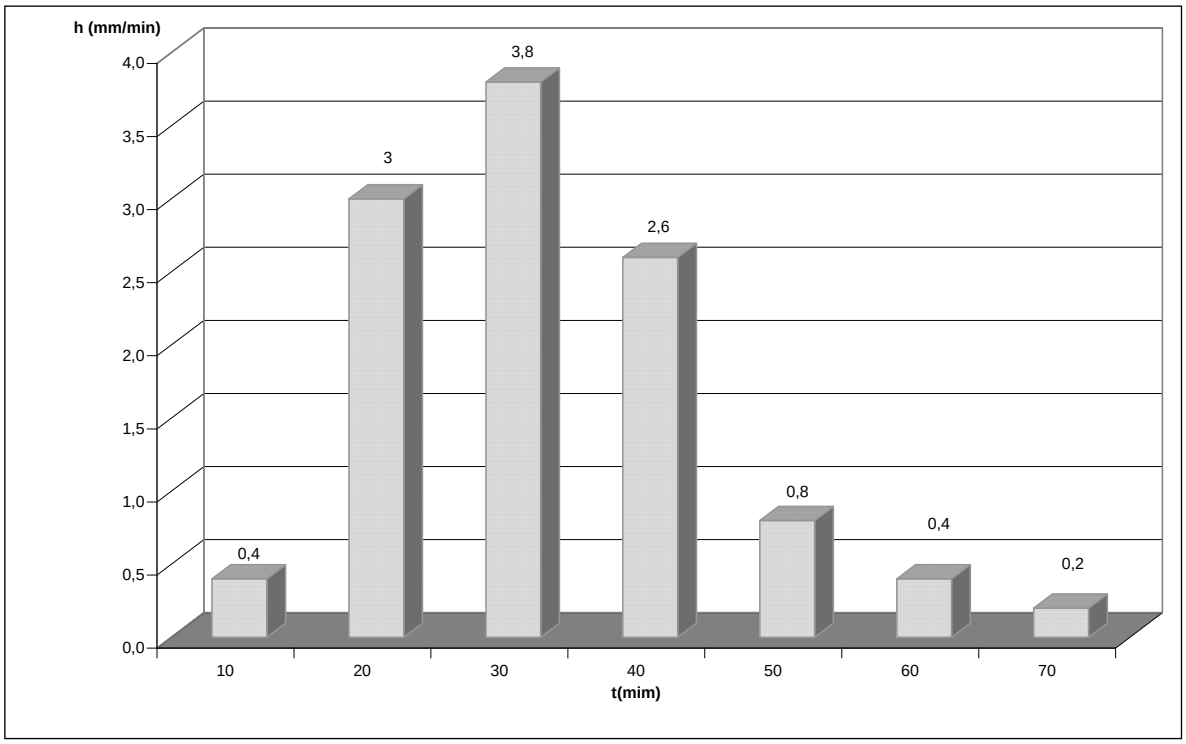
Fonte: IMET, 2011. Org.: Silva (2012).

Mapa 12: Distribuição da chuva no perímetro urbano de Uberlândia no dia 29/10/2011.



O Gráfico 50 apresenta a intensidade e a duração da precipitação do dia 29/10/2011, registrada no Aterro Sanitário de Uberlândia. Nesse local, a precipitação teve uma duração de 70 minutos (totalizando 11,2 mm), sendo mais intenso nos primeiros 30 minutos (9,4 mm).

Gráfico 50: Intensidade da precipitação do dia 29/10/2011.



Fonte: Aterro Sanitário de Uberlândia. Org.: Silva (2012).

Em outro pluviômetro (tipo convencional), instalado no bairro Cidade Jardim, a precipitação desse dia iniciou 15h 50’ e permaneceu até as 16h 20’; registrou-se um total de 50 mm. Até às 18h choveu mais 17,5 mm, totalizando 67,5 mm durante esse evento. Como se trata de um pluviômetro convencional, utilizou-se a metodologia proposta por Vicente; Gomes (2005) para calcular a intensidade da precipitação (I=h/t) para esse evento, onde:

I= Intensidade

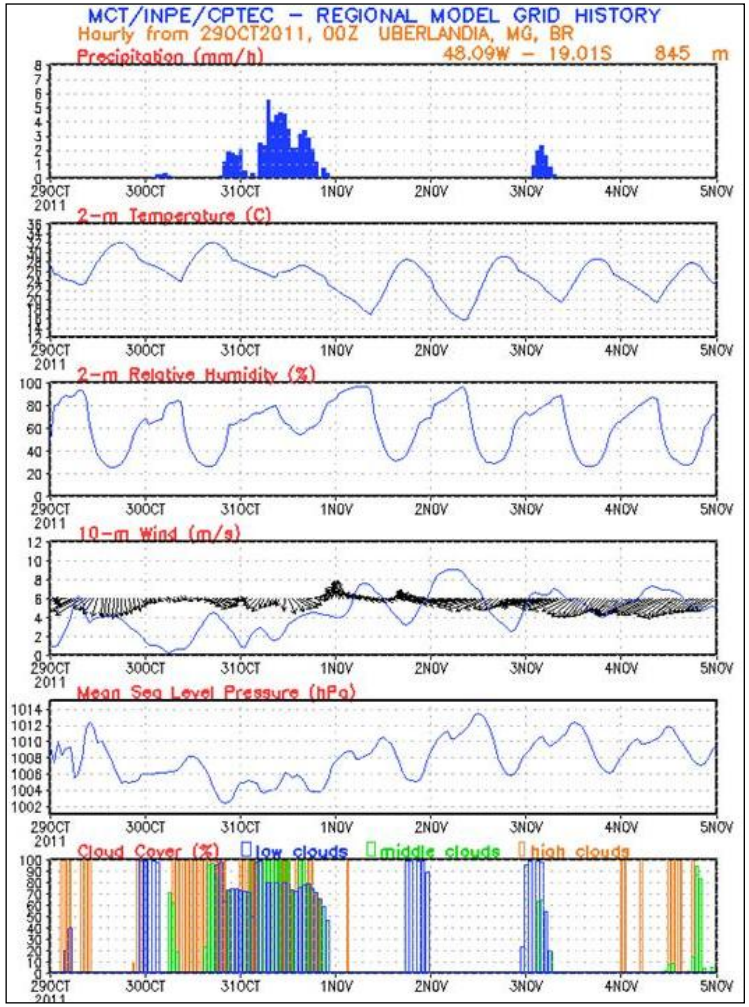
h= altura da precipitação

t= min ou hora

Constata-se então que a intensidade da precipitação durante esse evento foi de 1,66 mm/min nos primeiros 30 minutos e nos 100 minutos seguintes 0,175 mm/min. No LCRH (estação automática), foi totalizada uma intensidade de 31 mm/hora (Tabela 25) ou 0,517 mm/min.

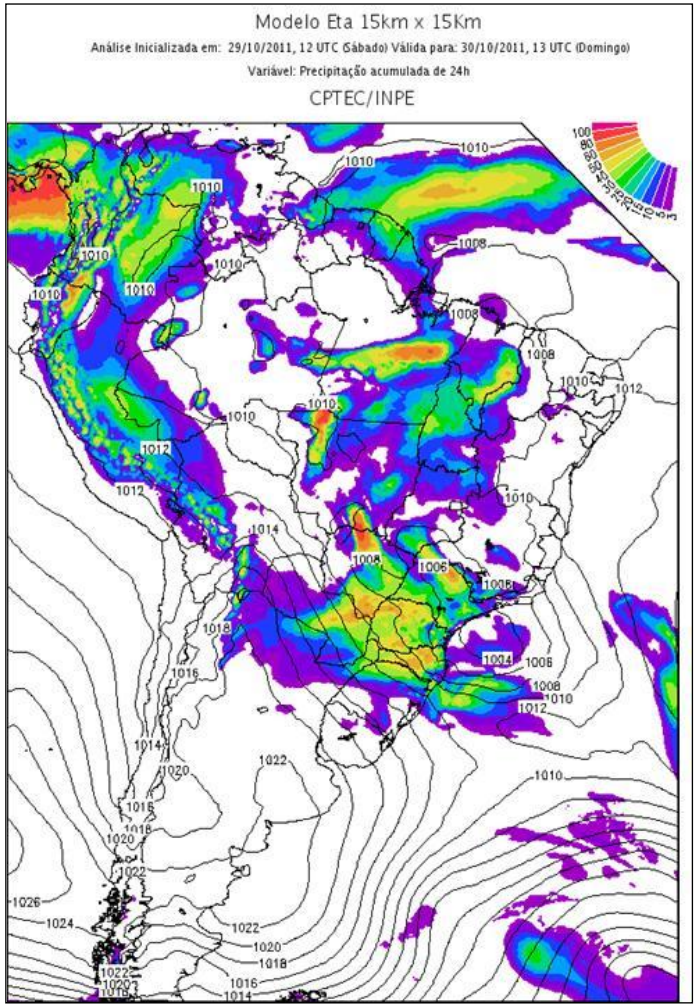
As Figuras 42 e 43 comprovam que no dia 29 não havia previsão de chuva para a cidade, mas o meteograma de nuvens demonstra a possibilidade de formação de cumulus nimbus (Cb). Comparando os dados climatológicos com as imagens de satélite obtidas, pode-se concluir que esse evento foi resultado de um cúmulo nimbo que se formou rapidamente devido às condições atmosféricas atuantes, que resultou em um evento pluviométrico muito intenso, causador de muitos danos materiais à população, principalmente para os residentes dos setores sul e oeste da cidade (Cf. Imagens de satélite 7, 8 e 9) abrangendo os bairros Canaã, Luizote de Freitas, Mansur, Cidade Jardim e, principalmente, Jaraguá e Tubalina, fatos que foram amplamente divulgados na mídia. Esse evento evidencia a hipótese levantada anteriormente sobre o município estar localizado em uma área de transição entre os tipos climáticos Cwa e Aw.

Figura 42: Meteograma regional, 29/10/2011.



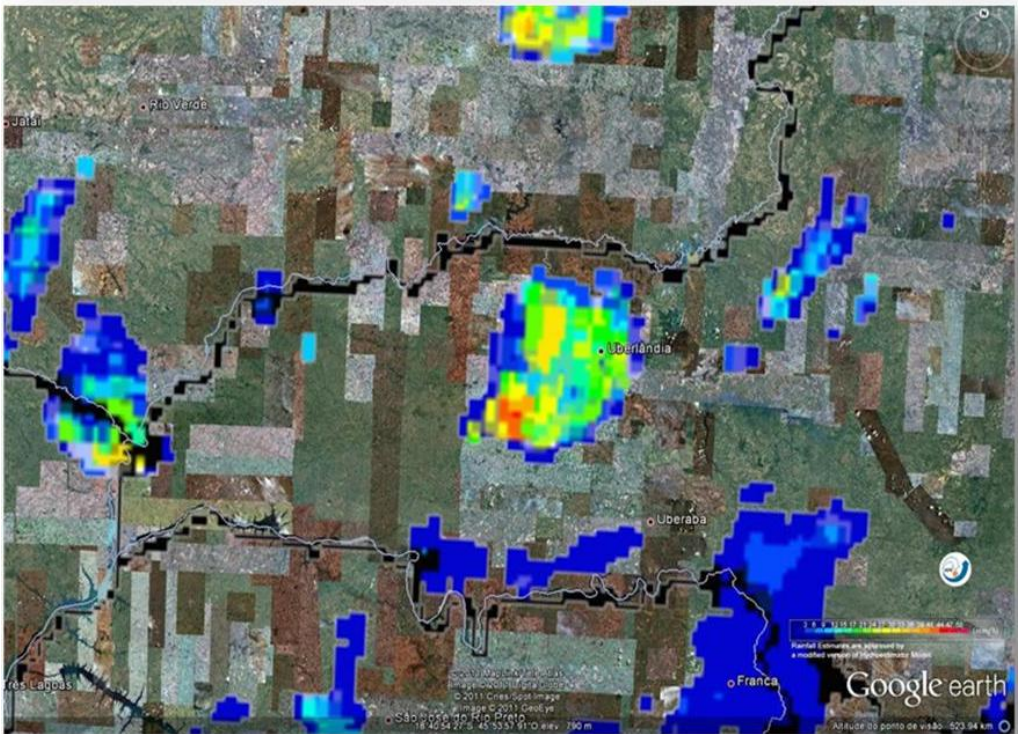
Fonte: CPTEC / INPE (2011). Org.: Silva (2012).

Figura 43: Modelo numérico ETa para dia 29/10/2011.



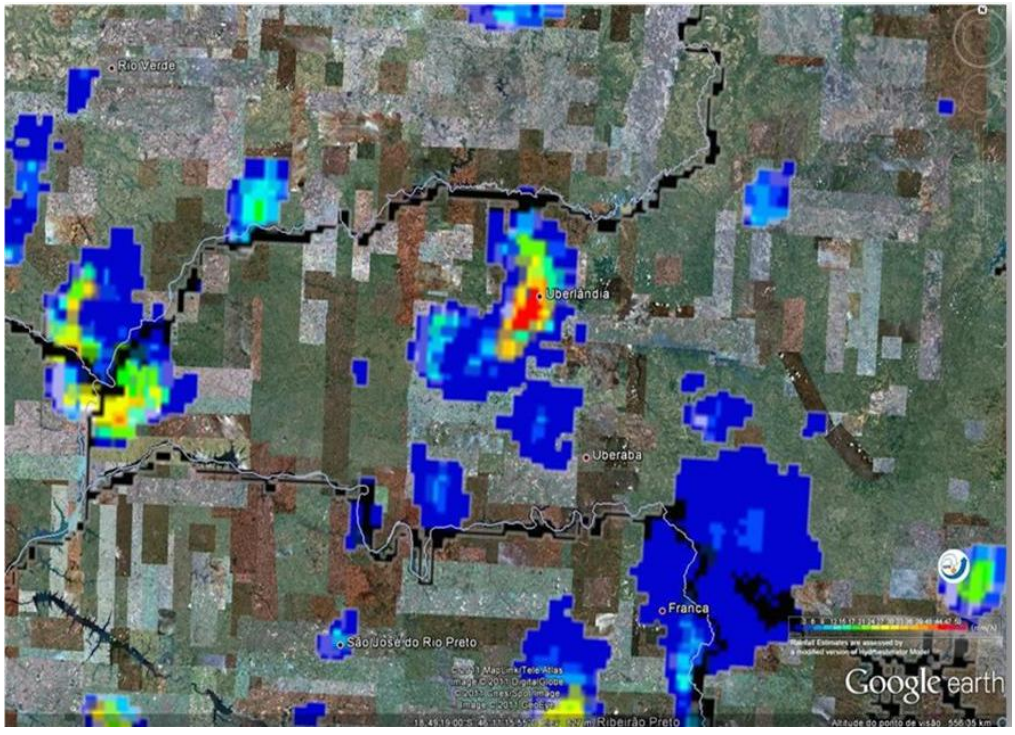
Fonte: CPTEC / INPE (2011). Org.: Silva (2012).

Imagem de Satélite 7: Precipitação por Satélite 19:30:00 GMT.



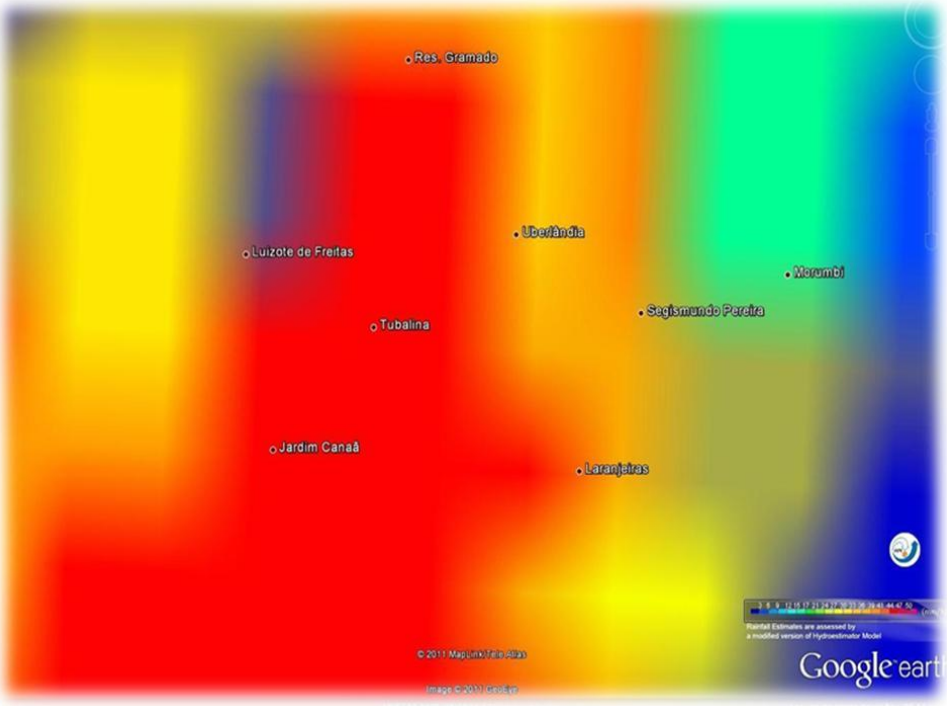
Fonte da Imagem de Satélite: Google Earth (11/06/2010); INPE/CPETC. Elaboração/Organização: Emerson Malvino da Silva (2012).

Imagem de Satélite 8: Precipitação por Satélite; 21:00 GMT.



Fonte da Imagem de Satélite: Google Earth (11/06/2010); INPE/CPETC. Elaboração/Organização: Emerson Malvino da Silva (2012).

Imagem de Satélite 9: Precipitação por Satélite; 21:00 GMT - detalhe bairros de Uberlândia.



Fonte da Imagem de Satélite: Google Earth (11/06/2010); INPE/CPETC. Elaboração/Organização: Emerson Malvino da Silva (2012).

Figura 44: Análise sinótica do dia 29/10/2011.



Fonte: CPTEC / INPE (2011). Org.: Silva (2012).

A analise sinótica de superfície de 00Z do dia 29/10 (Cf. Figura 44), descrita por Lima (2010)[2], demonstra um SF sobre o atlântico Sul a leste do Sul estendendo-se até uma área de baixa pressão próximo ao sudeste do Rio de Janeiro; identifica-se, também, um ciclone extratropical ocluso com núcleo de 985 hPa, centrado em torno de 42S/44W. À porção sul desse sistema ocorre a formação de uma frente fria com ciclone de 991 hPa em 57S/44W. À leste dos Andes podem ser identificadas duas áreas de baixa pressão: uma de 998 hPa (Baixa do Chaco), outra de 1002 hPa na área conhecida como baixa do noroeste da Argentina. Ao sul dessa área ciclônica, predomina um escoamento de alta que se depreende da Alta Subtropical do Pacífico Sul (ASPS).

Fotografia 18: Casa inundada no Bairro Jardim Botânico dia 29/10/2011.



Fonte: Correio de Uberlândia (30/10/2011). Org.: Silva (2012).

[2]Análise sinótica do dia 29/10/2011 disponível em < http://www.cptec.inpe.br/noticias/noticia/19737>. Acesso em: 15/05/2012.

Fotografia 19: Desabamento no bairro Tubalina dia 29/10/2011.



Fonte: Correio de Uberlândia (30/10/2011). Org.: Silva (2012).

Fotografia 20: Carro arrastado pela enxurrada dia 29/10/2011.



Fonte: Correio de Uberlândia (30/10/2011). Org.: Silva (2012).

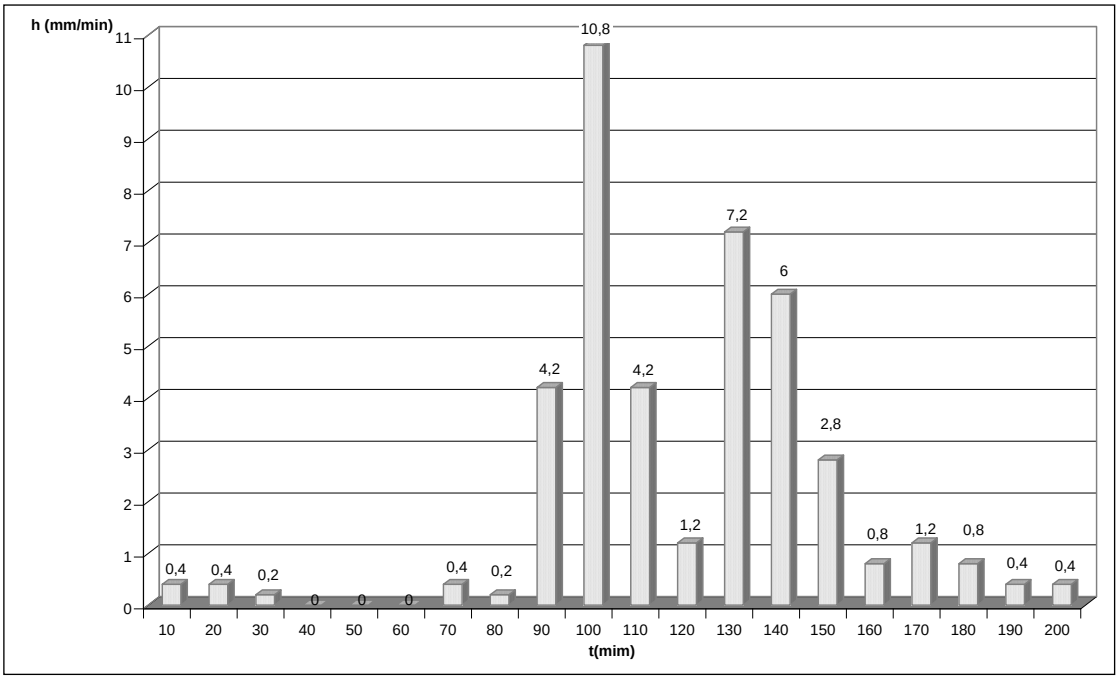
Segundo os relatos da Defesa Civil, vários bairros dos setores Oeste e Sul (Tubalina, Jaraguá, Jardim Patrícia, Morada da Colina, São Jorge e Vigilato Pereira) foram afetados pela chuva. No bairro Cidade Jardim, um dos portões do Praia Clube foi derrubado pela força da enxurrada. Na avenida Getúlio Vargas, vários carros foram arrastados também.

5.2 Analise da precipitação concentrada do dia 30 de outubro

Pela análise das condições climáticas do dia 30/10/2011, também obtida junto à estação automática do aterro sanitário da cidade, demonstra que a temperatura estava em média 0,5ºC abaixo em relação ao dia anterior, com uma variação de 21,2ºC a 19,5 ºC às 07h 20', chegando a máxima do dia a 28,5ºC às 13h 50'. Desse momento até às 16h 50', quando houve uma redução progressiva para 18,4ºC, quando já estava ocorrendo chuva nos setores sul e oeste da cidade, ressalta-se que neste posto a precipitação iniciou as 14h 50', prolongando-se até às 18:00h, com um total de 42 mm distribuído uniformemente. Na estação automática da UFU, às 17 UTC finalizando às 21 UTC, com um total de 9,2 mm. No posto do bairro Cidade Jardim, foi registrado um total de 45 mm, desse total aproximadamente 80% precipitou entre 15:00 e 15:30h, sendo que os 20% restantes até as 17:00h.

Em outro pluviômetro (convencional tipo Ville de Paris), instalado no bairro Cidade Jardim, a precipitação nesse dia iniciou 15h50' e perdurou até as 16h20', registrando-se nessa região um total de 50 mm; até as 18h choveu mais 17,5 mm, totalizando 67,5 mm durante esse evento.

Gráfico 51: Intensidade da precipitação do dia 30/10/2011.



Fonte: Aterro Sanitário de Uberlândia. Org.: Silva (2012).

No dia 30 de outubro, a precipitação teve uma duração temporal maior (Tabela 82 e Gráfico 52) no Aterro Sanitário, iniciando às 14h50', tendo com a intensidade de 0,04mm/min nos primeiros 20 minutos e 002 mm nos 10 minutos finais. Com um intervalo de meia hora, reiniciou com duração de 130 minutos, tendo uma intensidade média de 0,315 mm/min e pico de intensidade de 1,8 mm/min (registrado 16h20'e 16h30'), totalizando 42 mm. No bairro Cidade Jardim, esse evento totalizou 45 mm; contudo, o evento foi mais intenso, com duração de 2h (com maior intensidade entre 15h40' e 16h10'), totalizando 45 mm (C.f. Mapa 13).

Pela análise dos Gráfico 51 a 55, pode ser observado que a amplitude térmica, a distribuição da umidade , pressão e precipitação entre 13h30' e 16h30' foi de 8.4ºC demonstrado nitidamente a chegada da frente fria na cidade provocando o choque dos SFs que provocaram a precipitação concentrada.

Tabela 82: Dados climáticos do dia 30/10/2011.

Hora	Temperatura (°C)			Umidade (%)			Pto. Orvalho (°C)			Pressão (hPa)			Vento (m/s)			Radiação	Chuva
UTC	Inst.	Máx.	Mín.	Inst.	Máx.	Mín.	Inst.	Máx.	Mín.	Inst.	Máx.	Mín.	Vel.	Dir.	Raj.	(kJ/m²)	(mm)
0	21.7	21.8	21.5	69	72	68	15.7	16.4	15.5	913.7	913.8	913.2	1.4	90°	6.9	0.000	0.0
1	21.6	21.9	21.5	71	72	67	16.1	16.2	15.4	913.7	913.7	913.4	2.9	81°	5.8	0.000	0.0
2	21.3	21.8	21.3	74	74	70	16.4	16.5	16.0	915.4	915.4	913.7	2.4	275°	7.4	0.000	0.0
3	21.3	21.5	21.2	73	74	70	16.3	16.5	15.8	915.0	915.4	915.0	2.1	250°	6.9	0.000	0.0
4	20.4	21.3	20.4	78	78	73	16.5	16.7	16.3	914.6	915.0	914.5	0.8	256°	5.2	0.000	0.0
5	20.3	20.4	20.1	82	82	78	17.1	17.1	16.4	914.6	914.6	914.3	1.1	58°	2.8	0.000	0.0
6	20.3	20.3	20.1	82	83	81	17.1	17.3	17.0	913.5	914.6	913.4	1.7	70°	5.6	0.000	0.0
7	19.8	20.3	19.8	86	86	82	17.4	17.4	17.1	914.0	914.0	913.2	1.2	59°	4.2	0.000	0.2
8	19.6	19.9	19.6	85	87	84	17.0	17.4	17.0	915.1	915.4	914.0	1.0	73°	4.1	0.000	0.0
9	19.3	19.8	19.3	87	87	85	17.1	17.2	17.0	914.9	915.3	914.9	0.9	125°	2.7	29.44	0.0
10	20.1	20.4	19.2	81	87	81	16.9	17.1	16.6	915.3	915.3	914.8	1.3	149°	3.5	471.0	0.0
11	21.7	21.7	20.1	78	82	76	17.7	17.7	16.9	915.2	915.3	914.8	0.6	111°	4.4	986.9	0.0
12	24.0	24.0	21.7	67	78	67	17.4	18.1	16.9	915.4	915.5	915.0	0.3	306°	3.6	1891.	0.0
13	25.9	25.9	23.8	59	68	59	17.2	17.7	16.4	915.5	915.6	915.4	0.2	101°	4.1	2218.	0.0
14	26.4	26.4	25.4	54	60	54	16.4	17.6	15.7	915.4	915.6	915.4	1.2	347°	4.0	2571.	0.0
15	26.9	27.2	25.8	52	58	51	16.1	17.4	16.0	915.2	915.4	915.2	1.8	301°	5.9	2475.	0.0
16	27.8	27.8	26.8	45	53	44	14.7	16.6	14.4	914.4	915.2	914.4	2.3	301°	6.2	2504.	0.0
17	22.3	27.8	22.2	81	81	44	18.8	18.8	14.2	914.3	914.4	913.9	4.0	223°	9.7	848.9	0.2
18	21.6	22.3	20.9	86	90	81	19.2	19.8	18.3	913.4	914.3	913.4	1.2	190°	9.7	534.8	0.4
19	19.4	21.7	19.4	92	93	84	18.1	19.3	18.1	914.0	914.2	913.4	1.9	259°	6.3	124.3	5.2
20	19.2	19.4	18.9	93	93	90	18.0	18.1	17.3	913.9	914.5	913.9	1.1	177°	5.1	49.38	3.0
21	20.0	20.0	19.2	91	93	90	18.6	18.6	17.8	914.1	914.1	913.7	0.5	227°	4.0	120.5	0.4
22	19.6	20.1	19.5	92	92	91	18.2	18.7	18.1	914.6	914.6	914.1	0.0	1°	1.6	8.999	0.0
23	19.6	19.7	19.5	91	92	90	18.0	18.4	17.9	914.6	914.6	914.4	0.0	228°	0.6	0.000	0.0

Fonte: INMET (2011). Org.: Silva (2012).

Mapa 13: Distribuição da chuva no perímetro urbano de Uberlândia no dia 30/10/2011.

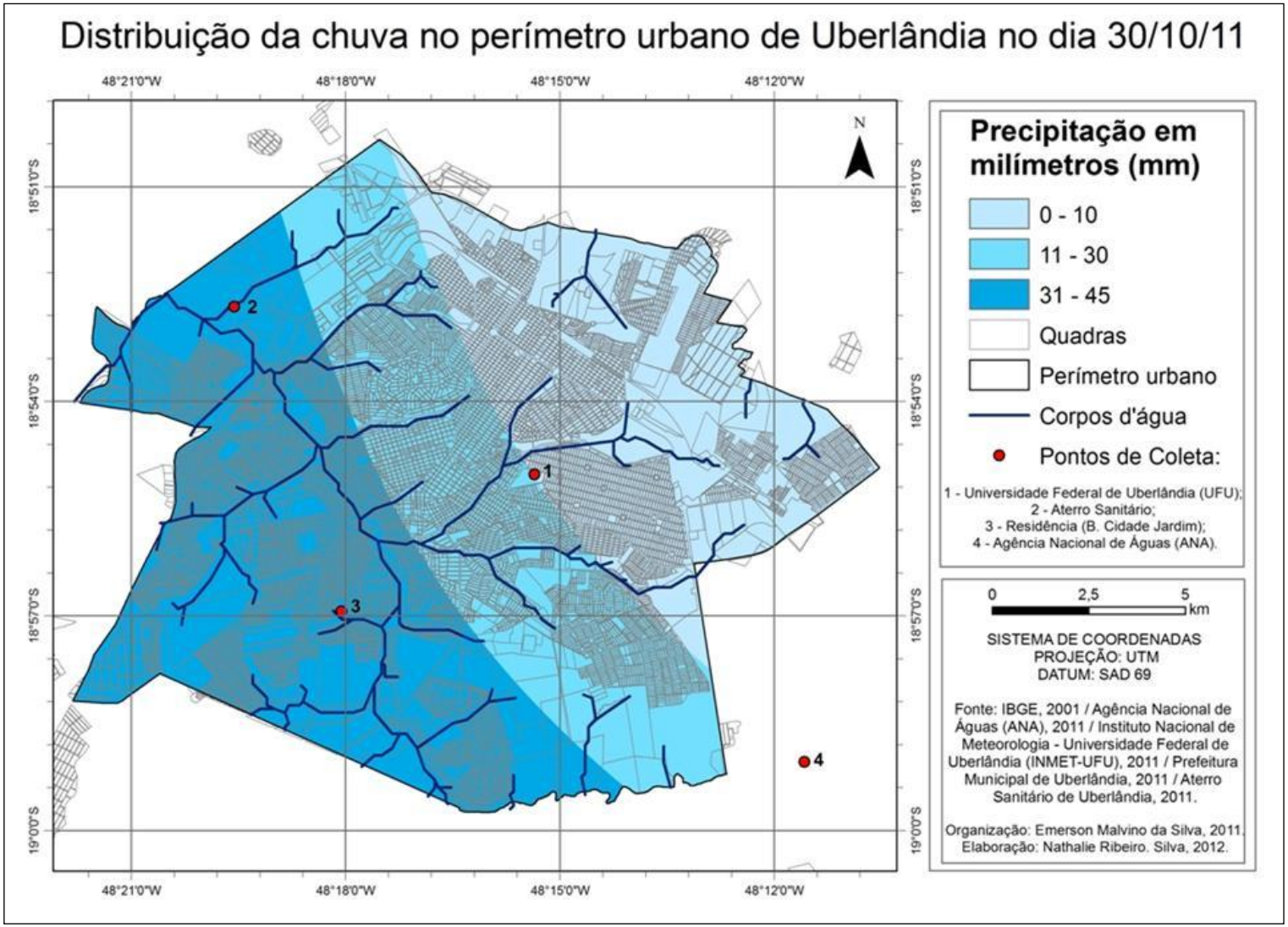
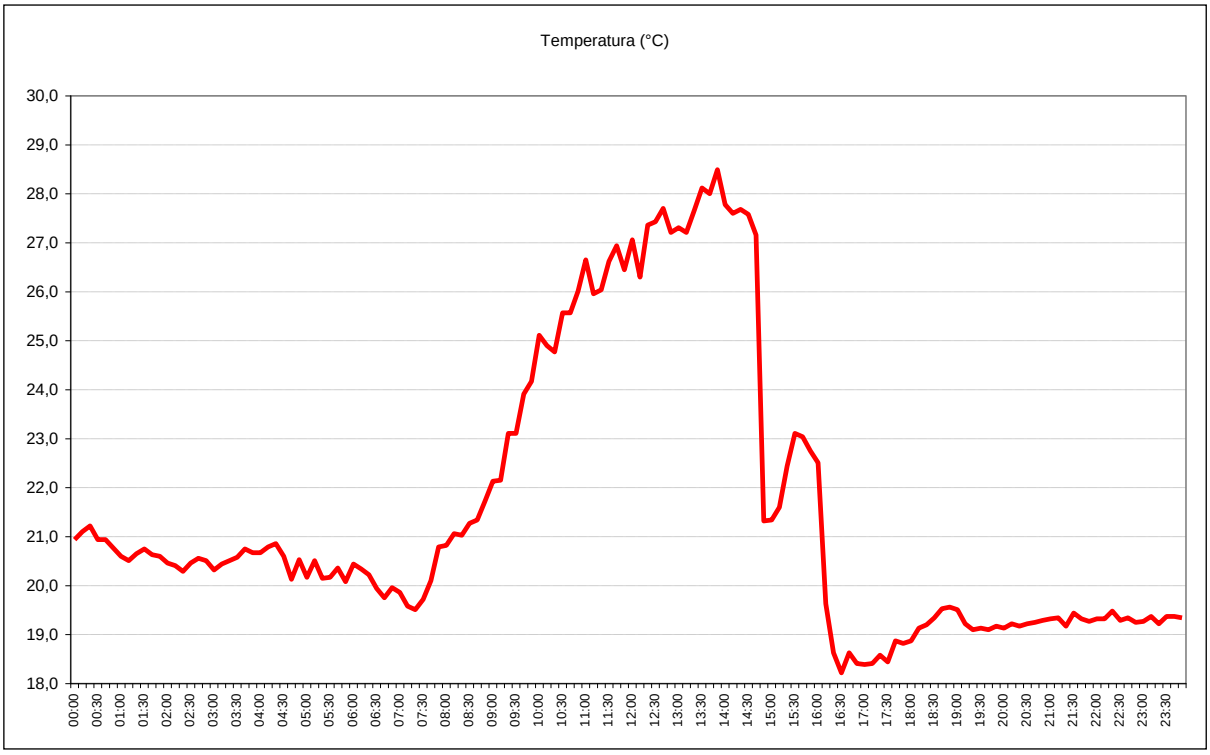
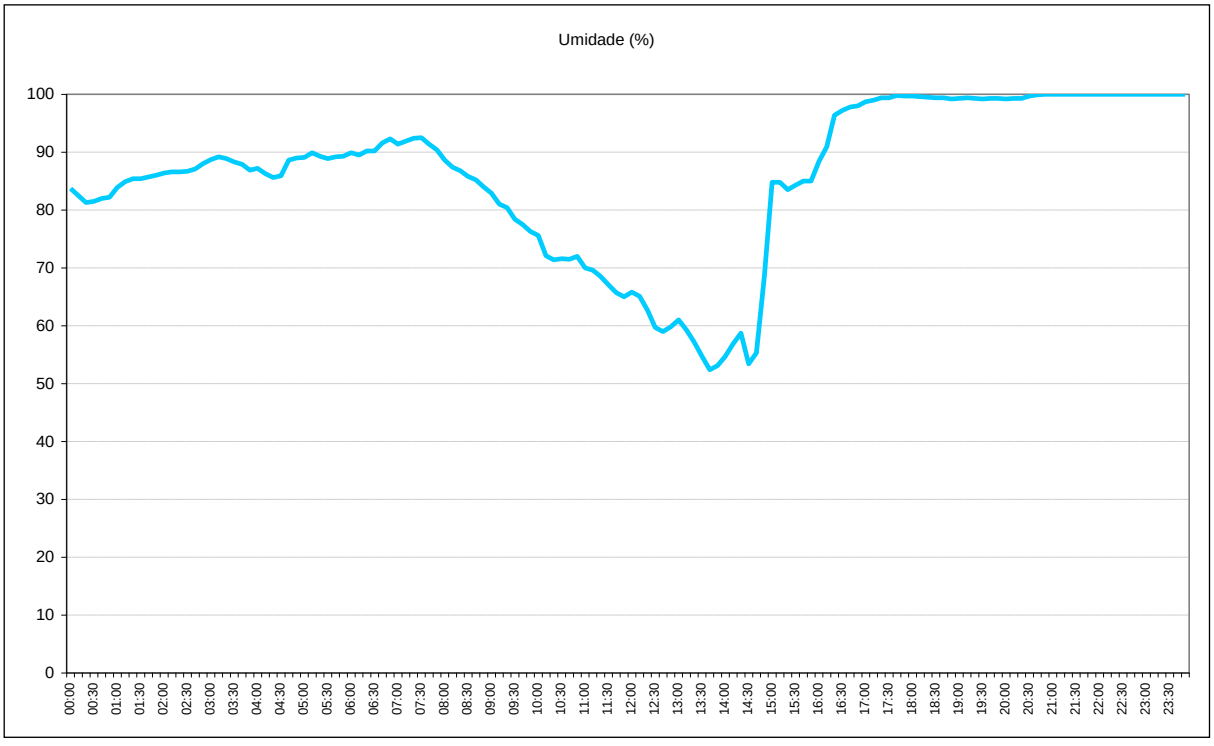


Gráfico 52: Variação térmica no dia 30/10/2011.



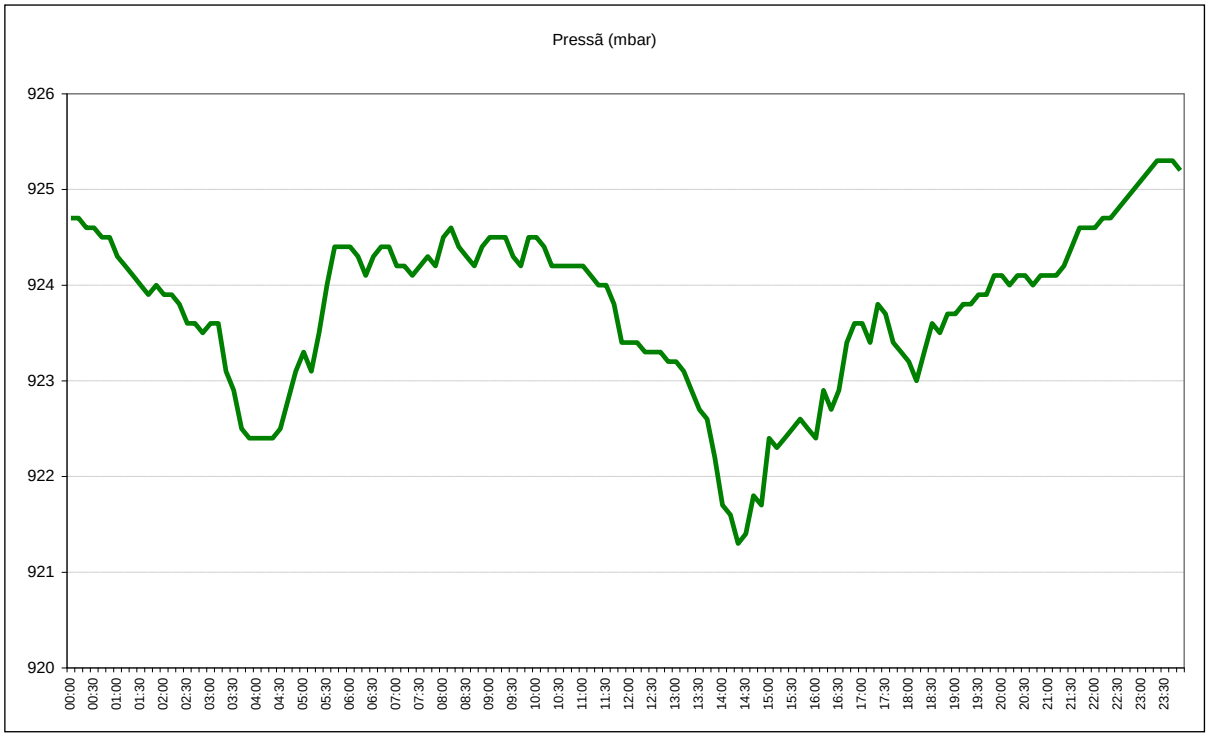
Fonte: Aterro Sanitário de Uberlândia. Org.: Silva (2012).

Gráfico 53: Variação diária da umidade no dia 30/10/2011.



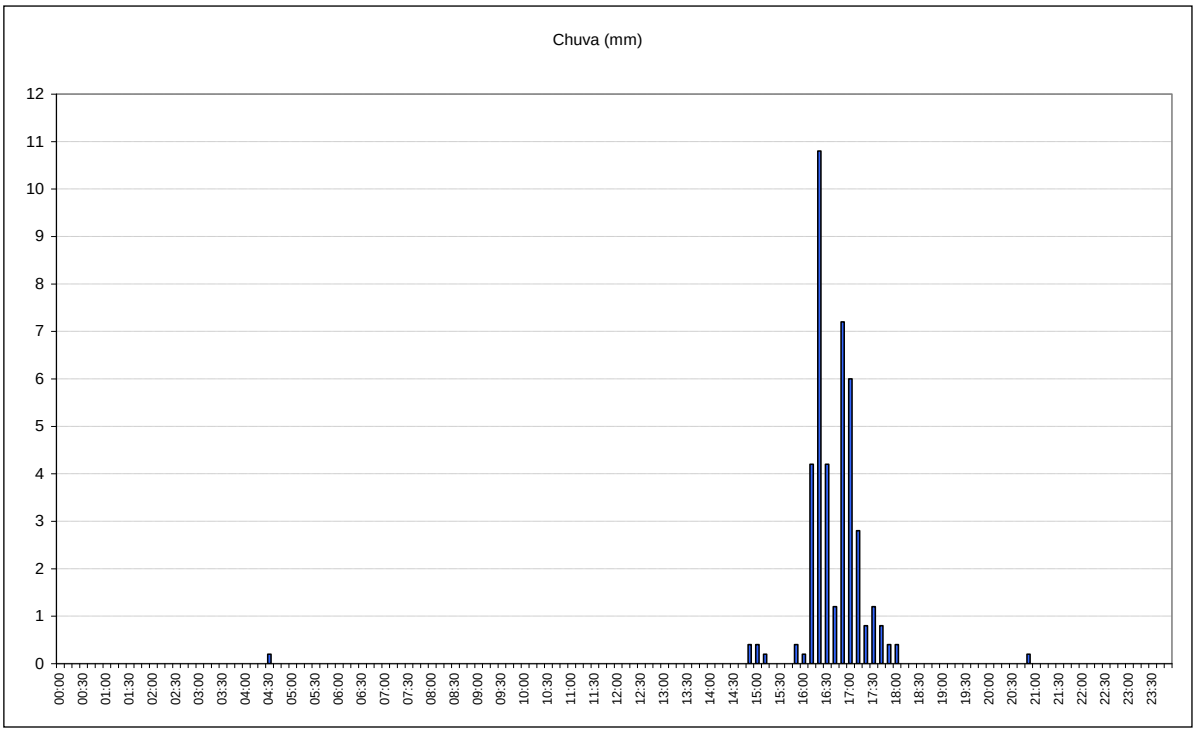
Fonte: Aterro Sanitário de Uberlândia. Org.: Silva (2012).

Gráfico 54: Variação diária da pressão atmosférica no dia 30/10/2011.



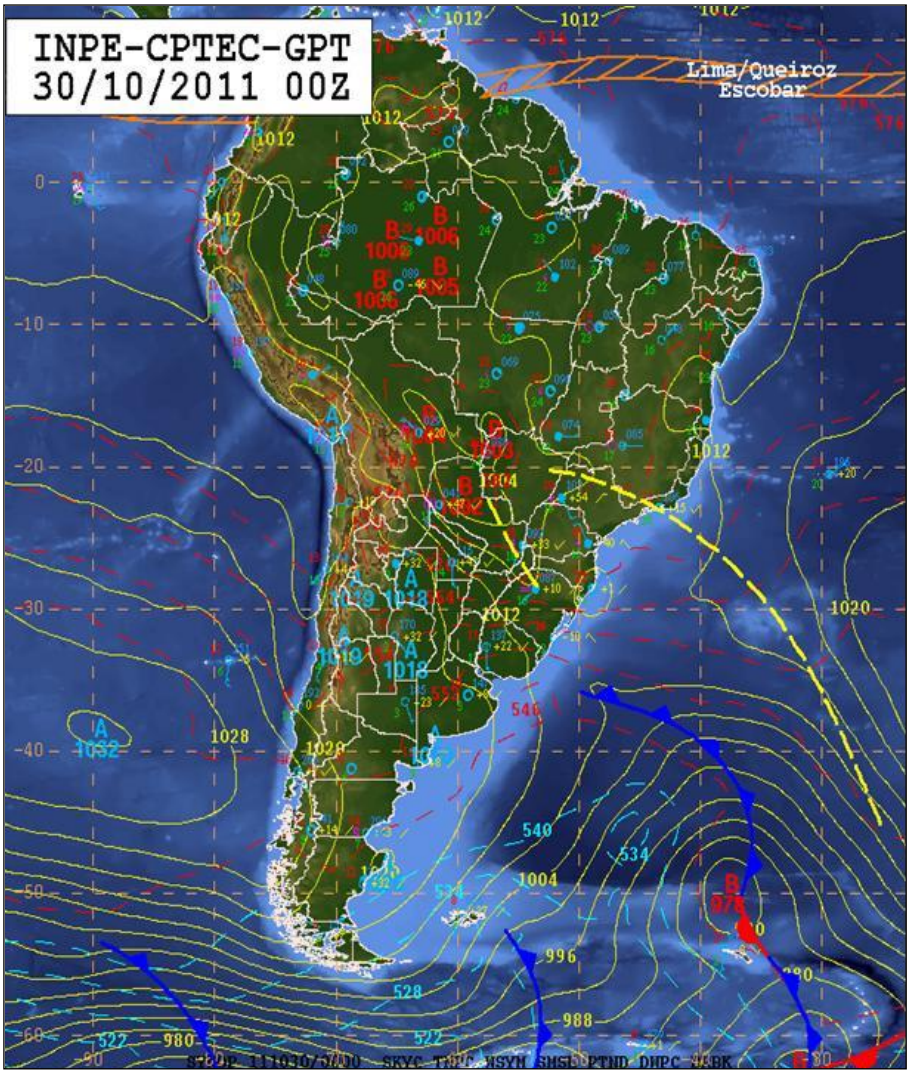
Fonte: Aterro Sanitário de Uberlândia. Org.: Silva (2012).

Gráfico 55: Precipitação registrada no dia 30/10/2011.



Fonte: Aterro Sanitário de Uberlândia. Org.: Silva (2012).

Figura 45: Carta sinótica do dia 30/10/2011 00Z.



Fonte: CPTEC / INPE (30/10/2011). Org.: Silva (2012).

A descrição sinótica de superfície de 00Z do dia 30/10 (Cf. Figura 45), descrita por Lima (2010)[3], identifica a existência de anticiclones subtropicais sobre os oceanos Atlântico e Pacífico, considerados intensos. A Alta do Pacífico Sul (ASPS) apresenta um núcleo pontual centrado nas coordenadas 39S/89W de 1032 hPa e Alta Subtropical do Atlântico Sul (ASAS), tendo seu núcleo de 1035 hPa centrado a leste de 20W. No sudoeste do Atlântico, ocorre um escoamento ciclônico com um ciclone de 978 hPa, em 50S/38W. Desprendendo do desse sistema, nota-se uma onda baroclínica[4]. Identifica-se uma frente fria sobre o Atlântico na

[3]Análise sinótica do dia 30/10/2011 disponível em < http://www.cptec.inpe.br/noticias/noticia/19737>, acesso em 15/05/2012.

[4] Denotando um escoamento fluídico resultado da não coincidencia entre as isóbaras e das isotermas, ou seja, ocorre uma varição da temperatura sobre as as superfícies isobáricas e a pressão sobre as superfícies isotérmicas. (WIKIPEDIA, 2012.)Disponível em < http://pt.wikipedia.org/wiki/Baroclinia>, acesso em 30/05/2012.

altura da província de Buenos Aires. ASPS desprende um pulso originando um anticiclone migratório com pressão de 1020 hPa no leste da Argentina. Um cavado é identificado entre o Rio Grande do Sul e o Paraguai, originado de uma baixa de 1002 hPa em 22S/60W, localizado ao norte deste país. Outro é identificado entre o Matogrosso do Sul e São Paulo, alinhado com resíduo de outro sistema frontal sobre o Atlântico com outro cavado.

A Imagem de Satélite 10, Fotografia 21 e m Mosaicos 17 a 19 representam as áreas vizinhas à Avenida Getúlio Vargas, impactadas pelas precipitações dos dias 29 e 30, que, segundo levantamentos de campo e relatos da Defesa Civil, representa um dos locais mais críticos atualmente na cidade.

Imagem de Satélite 10: Área impactada pelas precipitações dos dias 29 e 30/11/2011.



Fonte da Imagem de Satélite: Google Earth (11/06/2010): Elaboração/Organização: Emerson Malvino da Silva (2012).

Fotografia 21: Enxurrada no início mais acentuado do declive na Av. Getulio Vargas – 30/10/2011.



Fonte: Correio de Uberlândia (2012). Org.: Silva (2011).

Mosaico 17: Carro tombado pela força da enxurrada durante a chuva do dia 30/10/2011.



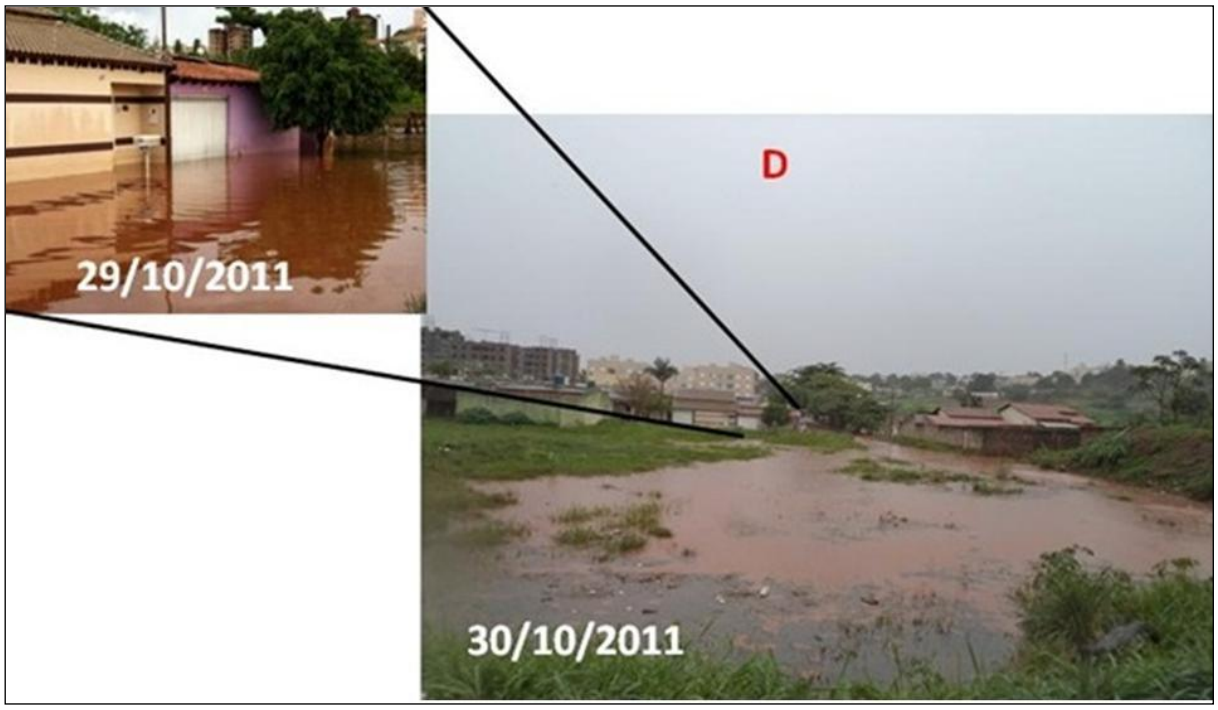
Autor: Silva (2011).

Mosaico 18: Perigo representado pela enxurrada na Av. Getulio Vargas à população.



Autor: Silva (2011).

Mosaico 19: Espacialização dos impactos da chuva do dia 30/10/2011.



Fonte: Correio de Uberlândia (2011); Silva (2011). Org.: Silva (2011).

A área apresentada no Mosaico 19 demonstra nitidamente que essa região recebe toda água precipitada e não escoada corretamente para as galerias na Avenida Getúlio Vargas e do bairro Tubalina, e pelo segundo dia consecutivo os moradores tiveram suas casas alagadas.

Nesse caso (Mosaico 20), o declive na rua Imperatriz Leopoldina e o fato dessa receber o escoamento superficial de várias ruas no entorno resulta em impacto no condomínio

fechado localizado na rua Aniceto Pereira. A área ao lado do condomínio é uma rua que ainda não foi asfaltada e os dutos coletores também não suportam a força das águas pluviais.

Na rua Guerra Junqueira, também no bairro Tubalina, o fluxo superficial removeu o asfalto. Cabe destacar que esse trecho é novo, começou a ser urbanizado no final de 2010, comprovando as afirmações anteriores que o grande problema das cidades brasileiras condiz às obras públicas mal executas.

Mosaico 20: Vistoria da Defesa Civil e Corpo de Bombeiros em área afetada por precipitação concentrada no Bairro Tubalina. 30/10/2011.



Autor/Org.: Silva (2012).

Outro ponto que merece atenção é a bacia hidrográfica do Córrego do Óleo, que drena os bairros Luizote de Freitas, Dona Zulmira, Jardim Patrícia, Chácaras Tubalina, Jardim Patrícia, Jardim Itália e parte do São Lucas. Nos dias 29 e 30 de junho, o mesmo transbordou (Cf. Fotografia 22) impossibilitando o transito nas avenidas Aspirante Mega e do Óleo, alagando as casas perto de suas margens. Nesse caso, o problema da inundação foi agravado pela sujeira e entulho depositados ao logo do seu leito que entupiu as manilhas impedindo a

vazão que aumentou consideravelmente. Outro agravante a ser considerado, é a saturação do solo evitando a percolação das águas pluviais.

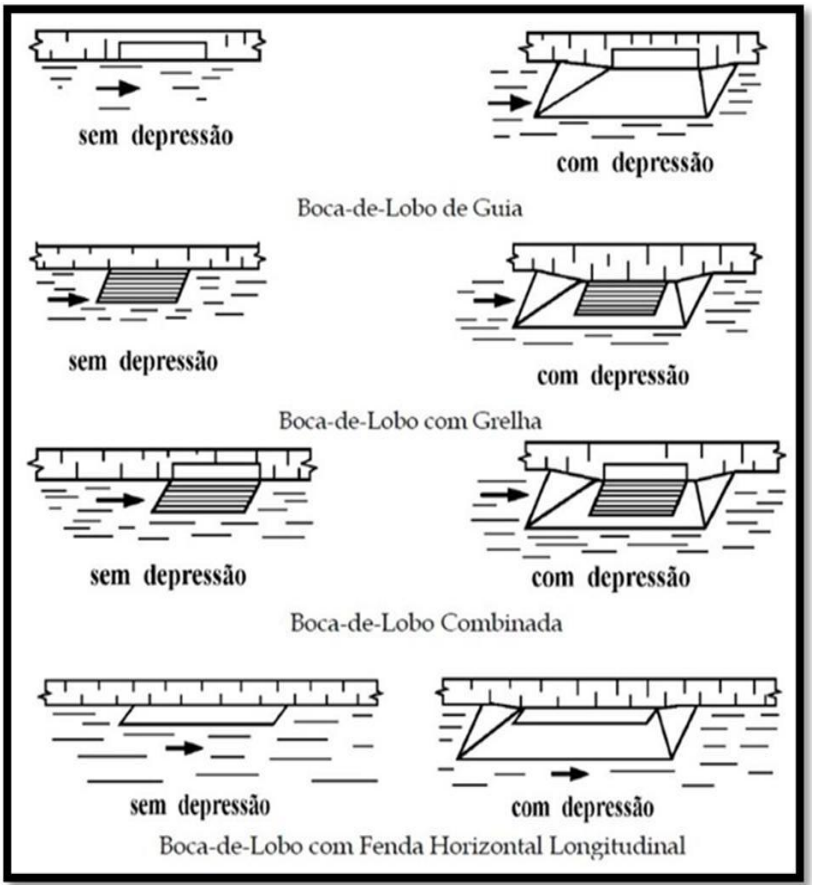
Fotografia 22: Transbordamento do Córrego do Óleo – 30/11/2011.



Fonte: Correio de Uberlândia (2011). Org.: Silva (2012).

Esses dois eventos comprovaram as expectativas relacionadas à distribuição das precipitações concentradas e os impactos decorrentes de tais eventos. Cabe ressaltar que tais ocorrências provocaram os impactos descritos não só por uma excepcionalidade, mas sim por um conjunto de fatores, como a falta de planejamento para escoamento das águas pluviais, tendo como referência o período de retorno de eventos extremos com potencial de causarem estragos na cidade, como descritos no Manual de Drenagem Urbana (2005) e uma correta adequação das bocas-de-lobo (de guia, com grelha, combinada e fenda horizontal e longitudinal) como pode ser observado na Figura 46, utilizando depressões para direcionar o escoamento superficial corretamente para as galerias.

Figura 46: Tipos de Bocas-de-lobo.



Fonte: Adaptado de Manual de Drenagem Urbana (2005, p. 88-89). Org.: Silva (2012).

Além das ações do Poder Público, o cidadão comum também deve dar sua contribuição, evitando jogar lixo nas vias de circulação, impedindo, assim, o entupimento dos bueiros e os consequentes alagamentos. Por meio destas ações conjuntas, evitar-se-ão ou pelo menos minimizar-se-ão os desconfortos associados às chuvas nos grandes centros.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao finalizar este estudo, verificou-se que as mudanças climáticas identificadas na área urbana refletem uma tendência dos grandes centros, ou seja, foram constatados alterações nos padrões térmicos na cidade, principalmente nas temperaturas médias mensais, diminuição nas médias das máximas nos primeiros três meses do ano, e aumento de agosto a outubro; aumento nas médias das máximas absolutas e diminuição das médias das mínimas absolutas. Essa irregularidade também foi observada na distribuição das chuvas com tendência para ao aumento da concentração das precipitações em 24h e diminuição dos dias de chuva no inicio do período chuvoso. Os cálculos realizados nas tendências climáticas de temperatura e precipitação corroboram com as análises realizadas utilizando o teste de Mann-Kendall.

As análises estatísticas dos climáticos demonstraram um aumento nas amplitudes térmicas mensais e anuais. Outro fato que mereceu destaque foi a amplitude do componente temperatura média das mínimas absolutas onde identificou-se 5.8 ºC, permanecendo dez anos (1990 a 2000) acima da média histórica de 15.1ºC. Outro dado que merece destaque é a amplitude da precipitação anual 1219 mm resultado da ação do El Ñino em fases distintas, seja provocando chuvas intensas ou secas rigorosas.

A frequencia das precipitações anuais demontram a predomínância de valores entre 1400 a 1600 mm, cujos períodos de retorno vairam de 4 a 6 anos demonstrando uma regularidade da média das precipitações anuais.

Os levantamentos referentes à ação das ZCAS mostraram-se abaixo do esperado; como relatado, totalizou apenas 30,2% dos casos a partir de 1996, mas não desprezando os impactos causados durante seus episódios, como a ocorrência de tornado F0 na escala Fujita no dia cinco de dezembro de 2010, que, como se sabe, resulta de um conjunto de fatores relacionados à temperatura do ar e ao diferencial de pressão, mas coincidiu com episódio de ZCAS; e a comprovação de que em alguns casos onde não houve precipitaçõs na área de estudo por influência de outros fatores como as VCANs.

Pelos levantamentos realizados no Jornal *Correio de Uberlândia*, conclui-se que houve uma evolução referente à abordagem das reportagens sobre o clima na cidade, influência da criação do Laboratório de Climatologia e Recursos Hídricos que passou a fornecer informações técnicas à imprensa em geral, o que motivaram as reportagens.

Quanto aos dados referentes aos impactos decorrentes da chuva pela Defesa Civil, em sua maioria foram obtidos pelas reportagens levantadas, pois no decorrer dos anos essas informações se perderam; mas cabe ressaltar o empenho nos últimos três anos, quando foi implantado o PEP, que foi criado, de certa forma, para minimizar os impactos decorrentes de chuvas concentradas e dos problemas decorrentes das falhas de planejamento e execução das obras públicas.

Cabe destacar, também, a falta de interesse da Prefeitura para disponibilizar informações referentes às obras públicas; foram inúmeras as tentativas de obter os dados referentes ao projeto de canalização e captação das galereias pluviais, pricipalmene a da avenida Rondon Pacheco, e a taxa de riscos utilizada; mesmo sendo atendido uma vez, não foi possível o acesso a informações mais detalhadas. Contudo, pelos levantamentos realizados, esses valores certamente foram subestimados ou até mesmo desconsiderados pela recorrência dos impactos ao longo do período analizado.

Os impactos levantados nas principais avenidas da cidade, Rondon Pacheco, Professora Minervina Cândia, Getúlio Vargas, João Naves de Ávila, refletem bem essa realidade. Nelas, foram investidos milhões de dólares ao longo de sua implementação e foram ralizadas várias intervenções nas últimas décadas, sem resolver os problemas de escoamento das águas pluviais. Isso acontece porque o poder público não investe em obras de captação para que o escoamento pluvial chegue até as galerias, que ao mesmo tempo configura-se como a solução e o grande problema pois o sistema de captação nas áreas críticas é antigo, e associado ao relevo inclinado, o que potencializa a força das enxurradas, limitando a eficácia das bocas de lobo. Mas deve ser considerado, nessa problemática, os interesses políticos e financeiros, pois o lucro com operação tapa-buraco favorece políticos e empresários como uma fonte de renda anualmente.

Os impactos causados pelas chuvas em Uberlândia afetam toda a população independente de classe social, mas se deve ressaltar a resposta ao impacto, as áreas mais nobres e de circulação, que tem uma reposta ao impacto mais rapidamente, ao passo que as áreas periféricas, como é o caso do da região do Morumbi, Joana D'arc, São Francisco, no setor Leste. A duração do evento pluviométrico, principalmente associado à ZCAS ou NZCAS, quando se prolonga por mais de quatro dias, limitam a capacidade de percolação de água, aumentando os alagamentos e enxurradas.

No caso região estudada, o problema das chuvas intensas e prolongadas poderiam ser resolvidas com ações mais pontuais do planejamento urbano que visem à modernização das redes de captação das águas pluviais e o direcionamento destas para o sistema fluvial alterado

que, por várias vezes, se mostrou ineficiente perante a rápida urbanização iniciada no final da década de 1970 e como esta paisagem alterada não comporta os grandes volumes precipitados sobre a cidade em determinados pontos, refletindo os projetos sem preocupação com o meio ambiente, o que acabou reduzindo a capacidade de absorção dos extremos climáticos.

Buscou-se, durante as ações junto ao PEP, desenvolver uma metodologia que auxiliasse na previsão das chuvas; para tanto, foram elaboradas tabelas nas quais foi apresentada a probabilidade para ocorrência de chuvas e chuvas acima de 30mm. Como foi levantado na tese, podem causar impactos na cidade. Essas tabelas auxiliaram o trabalho do LCRH, que emitia previsões diárias para a Defesa Civil de Uberlândia.

A implantação de uma Rede Urbana de Monitoramento Climático em Uberlândia constitui um instrumento importante para conhecer a distribuição de chuvas, visto que é um fenômeno heterogêneo, dependendo dos sistemas atuantes. Durante os primeiros três meses do período chuvoso, as precipitações concentradas nos setores Sul e Oeste da cidade, nos três meses finais, os impactos acontecem com maior frequência nos setores Norte e Leste. Na região Central, os impactos são mais constantes.

Outro fato a ser considerado é a ação individual do cidadão, que descarta o lixo nas vias públicas, contribuindo para a obstrução das bocas de lobo, o que potencializa a ocorrência de enxurradas e alagamentos. Esses problemas seriam facilmente resolvidos com campanhas de conscientização ecológica, cabendo mais uma vez a participação do poder público municipal com campanhas nos meios de comunicação.

Atualmente, a cidade necessita de medidas que realmente resolvam os problemas e não mais de medidas mitigadoras, pois as experiências das últimas três décadas fornecem o arcabouço para um desenvolvimento urbano sustentável, propõe-se um rigoroso planejamento com foco arborização urbana e ampliação das áreas verdes, visto que a vegetação atua como uma grande aliada para minimizar os impactos das primeiras chuvas, retardando o escoamento superficial. Sua ação também é comprovada na absorção dos raios solares acumulando energia auxiliando no conforto térmico, sua disposição ajuda no direcionamento dos ventos bem como na redução da velocidade, ajuda a umidificar do em suma proporcionam um acréscimo na qualidade de vida da população.

Recomenda-se, para outros estudos, o aprofundamento das análises, o acompanhamento com outros elementos climáticos em nível local, como a temperatura, a direção do ventos para compreender melhor a distribuição das chuvas na cidade mediante a instalação de uma rede automática de monitoramento climática e um aprofundamento nas

análises climatológicas utilizando cálculos geoestatíscos de intensidades, duração e periodo de retorno das precipitações.

Ao finalizar esse trabalho, fica a inquietação de prosseguir os estudos e acompanhar o desenrolar das ações públicas, torcendo para que estas resolvam os problemas urbanos, que os cidadãos exerçam seus deveres e exijam seus diretos e que a revitalização das áreas urbanas desperte nas pessoas o desejo de viver em harmonia com a natureza e, com isso, busquem viver em uma cidade sustentável.

REFERÊNCIAS

AB'SABER, A. N. **Contribuição à geomorfologia da área dos cerrados**. São Paulo: EDUSP, 1972. p. 97-105.

AB'SABER, A. N.; MULLER-PLANTENBERG, C. (Orgs.). **Previsão de impactos**: o impacto ambiental no leste, oeste e sul. Experiências no Brasil, na Russia e Alemanha. São Paulo: EDUSP, 1998. 569p.

_____. **Os domínios de natureza no Brasil:** potencialidades paisagísticas. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003. 159p.

AMORIN, M. C. de C. T. Características do clima urbano de Presidente. In: SANT'ANNA NETO, J. L. (Org.). **Os climas das cidades brasileiras**. Presidente Prudente: [s.n.], 2002. p. 165-196.

ANUNCIAÇÃO, V. S. **Homens fecham janelas mulheres cobrem espelhos:** chuva e imprensa na cidade de Campo Grande /MS (1961-2007). 2009. 190f. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Ciência e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita filho", Presidente Prudente, 2009.

ANDRADE, S. L. **Elaboração de um mapa de risco de inundações da bacia hidrográfica do córrego São Pedro, na área urbana de Uberlândia-MG**. 2011. 62f. Monografia (Graduação em Geografia) – Instituto de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2011.

ANDRIOTTI, J. L. SILVA. **Fundamentos de estatística e geoestatística.** São Leopoldo: Unisinos, 2009. 165p.

ARAÚJO, R. R.; SANT'ANNA NETO, J. L. O processo de urbanização na produção do clima urbano de São Luiz/MA. In: NETO, J. L. (Org). **Os climas das cidades brasileiras.** Presidente Prudente: [s.n], 2002. p. 21-41.

ASSAD, E. D. **Chuva nos cerrados:** análise e espacialização. Brasília: EMBRAPA - CPAC; EMBRAPA - SPI, 1994. 423 p.

ASSUNÇÃO, W. L. **Climatologia da cafeicultura irrigada no município de Araguari (MG)**. 2002. 266f. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2002.

AYOADE, J. O. **Introdução à Climatologia para os Trópicos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1986. 332p.

BACCARO, C. A. D. Estudos Geomorfológicos do município de Uberlândia. **Revista Sociedade & Natureza,** Uberlândia, ano 1, n.1, p.17 - 21, jun. 1989.

BACK, A. J. Aplicação de análise estatística para identificação de tendências climáticas. **Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira,** EMBRAPA, v. 36, n.5, p.717-726, 2001. Disponível em: < http://www.sct.embrapa.br/pab/> Acesso em: 14 mar. 2012.

BAGNOULS, F.; GAUSSEN, H. Os climas Biológicos e sua classificação. Tradução de Ruth Simões Bezerra dos Santos. **Boletim Geográfico**, Ano XXII, n. 176, 1963.

BERTALANFFY, L. V. **Teoria geral dos sistemas.** Petrópolis: Vozes, 1968. 351p.

BERTRAND, G. Paysage et Geographie Physique Globale. **Revista Geiographie dês pyrénees e du Sud Ouest**. Toulousse, Ano 39, n.3, p. 249-272, 1968.

_____. Paisagem e geografia física global. Esboço metodológico. Tradução de Olga Cruz. **Cadernos de Ciências da Terra**, São Paulo, v.13, 1971.

_____*:* Le paysage entre la Nature et la Societé. **Revue géographique des Pyrenées et du Sud-Ouest**. Ano 49, n.2, p. 239-258. 1978.

BRANDÃO, A. M. M. **Clima urbano do rio de janeiro.** 1996. 369f. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.

CAMARGO, A. P. de. **Balanço hídrico no estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agronômico de Campinas, 1971. 24 p. (Boletim Técnico 116).

CAMARGO, L. H. R. de. **A ruptura com o meio ambiente conhecendo as mudanças ambientais do planeta através de uma percepção da ciência:** a geografia da complexidade. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005. 240p.

CAMPOS, Y. O. **Modelagem climática na escala local**. 2003. 188f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2003.

_____. **Gestão ambiental:** complexidade sistêmica em bacia hidrográfica. 2010. 186f. Tese (Doutorado em Geografia) – Instituto de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2010.

CARFAN, A. C. **Análise do conforto térmico em áreas abertas no município de Ourinhos – SP**. 2011. 168f. Tese (Doutorado em Geografia) – Instituto de Geografia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

CARVALHO JÚNIOR, I. J. **Dos mitos acerca do determinismo climático/ambiental do pensamento geográfico e dos equívocos de sua crítica:** reflexões metodológicas, teórico-epistemológicas, semântico-conceituais e filosóficas como progômenos ao estudo da relação sociedade-natureza pelo prisma da idéia das influências ambientais. 2011. 677f. Tese (Doutorado em Geografia) – Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia.** São Paulo: Edgard Blücher, 1980. 188p.

_____. **Geomorfologia Fluvial**. São Paulo: Edgard Blücher, 1981. 313p.

CAPRA, F. **O ponto de mutação**. São Paulo: Cultrix, 1982. 447p.

CARVALHO, C. Delgado de. **Météorologie du Brésil**. Londres: John Bale & Sons, 1917. 528p.

CARVALHO, L. M.; JONES, C. Zona de convergência do Atlântico Sul. In: CAVALCANTI, I. F. A., et al. (Org). **Tempo e clima no Brasil**. São Paulo: Oficinas de Textos, 2009. p.97-109.

CAVALCANTI, I. F. A., et al. (Org.). **Tempo e clima no Brasil**. São Paulo: Oficinas de Textos, 2009. 463p.

CAVALCANTI, I. F. A.; KOUSKY, V. Frentes frias no Brsil. In: CAVALCANTI, I. F. A., et al. (Org). **Tempo e clima no Brasil**. São Paulo: Oficinas de Textos, 2009. p.97-109.

CAVALHEIRO, F. Urbanização e alterações ambientais. In: SANTOS, D. G.; NUCCI, J. C. **Paisagens Geográficas:** um tributo a Felisberto Cavalheiro. Campo Mourão: Fecilicam, 2009. p. 65-77.

CETESB. **Drenagem urbana:** manual de projeto. São Paulo: CETESB, 1986. 464 p.

CEPGRI. **Escala psicométrica UNICAMP para indicação de níveis de umidade relativa do ar prejudiciais à saúde humana**. Disponível em :
<http://www.cpa.unicamp.br/artigos-especiais/umidade-do-ar-saude-no-inverno.html> Acesso em: 20 ago. 2012.

CHANDLER, T. J. **The Climate of London.** London: Hutchinson & Co LTd, 1965. 292p. Disponível em: <http://urban-climate.com/wp3/wp-content/uploads/2011/04/TonyChandler_ClimateOfLondon.pdf >. Acesso em: 20 abr. 2012.

CHORLEY, R. J.; HAGGET, P. **Modelos físicos de informação em geografia.** São Paulo: EDUSP, 1975. 270 p. (Série Livros Técnicos e Científicos).

CPETC. **Climanálise:** Boletim de monitoramento e análise climática. Cachoeira Paulista SP, Brasil, INPE/CPTEC. vol. 10, n. 11, nov. 1995 *a* vol. 26, n. 12, dez. 2011. Disponível em < http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/index0211.shtml>. Acesso em: 15 set.2012.

COLLISCHONN, W.; TUCCI, C. E. M. Drenagem urbana e controle da erosão. In: CARLOS, E. M. T.; MARQUES, D. da M. (Orgs.). **Avaliação e controle da drenagem urbana.** Porto Alegre: EDUFRGS, 2000. Disponível em: < https://paginas.ufrgs.br/arroiodiluvio/a-bacia-hidrografica/sobre-o-arroio-diluvio/DRENAGEM%20URBANACONTROLE%20DA%20EROSaO_TUCCI_COLLISCHONN.PDF > Acesso em: 15 mar. 2012.

COSTA, A. R.; ROSA, R. O uso de imagens termais no estudo de ilhas de calor urbana: o caso de Uberlândia. In: REUNIÃO ANUAL DA SBPC, 51., 1999, Porto Alegre. **Anais da 51ª Reunião Anual da SBPC.** Porto Alegre, 1999. Disponível em < http://pt.scribd.com/doc/86594940/Ilha-de-Calor-Uberlandia >. Acesso em 15 abr. 2012.

CONTI, J. B. A **circulação secundária e efeito orográfico na gênese das chuvas na região Les-nordeste Paulista**. São Paulo: Atual, 1975. 82p.

_____. **Clima e meio ambiente**. São Paulo: Atual, 1998. 88p. (Série Meio Ambiente).

_____. **Crescimento urbano e mudanças climáticas**. São José do Rio Preto: Interfaces, 1982. p. 1-17.

CORRÊA, G. Temporal causa destruição e medo. **Correio de Uberlândia,** Uberlândia, 18 out. 2006. Caderno Cidade, B3.

CORRÊA, R. L. **O espaço urbano.** Rio de Janeiro: Ática. 2000. 94p. (Série Princípios).

DANNI, I. M. **Aspectos temporo-espaciais da temperatura e da umidade relativa em Porto Alegre em janeiro de 1982:** contribuição ao estudo do clima urbano. 1987. 129f. Dissertação (Dissertação de Mestrado) Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1987.

DEL GROSSI, S. R. **De Uberabinha a Uberlândia:** os caminhos da natureza, contribuição ao estudo da geomorfologia urbana. 1991. 208f. Tese (Doutorado em Geografia) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1991.

DIAS, M. F. S; SILVA, M. G. A. J. Para entender o clima. In: CAVALCANTI, I. F. A., et al (Org.). **Tempo e clima no Brasil**. São Paulo: Oficinas de Textos, 2009. p.15-23.

DE MARTONNE, Emmanuel. **Panorama da geografia**. Lisboa: Edições Cosmos, 1953. v. 1

DRAENERT, F. M. **O clima do Brasil**. Rio de Janeiro: Typographia Carlos Schmidt, 1896. 63p.

ELY, D. F. **Teoria e método da climatologia geográfica brasileira:** uma abordagem sobre seus discursos e práticas. 2006. 208f. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Ciência e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita filho", Presidente Prudente, 2006.

FAUSTO, B. **História do Brasil**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2006. 663p.

FEDOROVA, N. **Sinótica I:** fenômenos atmosféricos, dados sinóticos e massas de ar. Maceió: Q Editora, 2008. 174p.

_____. **Sinótica II:** conceitos básicos de cinemática, de dinâmica da atmosfera e de análise dos campos meteorológicos. Maceió: Q Editora, 2008. 180p.

_____. **Sinótica III: frentes, corrente de jato, ciclone e anticiclones.** Maceió: Q Editora, 2008. 192p.

_____. **Sinótica IV:** sistemas e processos sinóticos atuantes na America do Sul. Maceió: Q Editora, 2008. 192p.

FERREIRA, N.; SANCHES, M.; SILVA DIAS, M. A. F. Composição da Zona de Convergência do Atlântico Sul em períodos de El Ñino e La Ñina. **Revista Brasileira de Meteorologia.** v.19, n. 1, p. 89-98, 2004.

FERREIRA, N. J.; RAMIREZ, M. V.; GAN, M. A.. In: CAVALCANTI, I. F. A., et al. (Org.). **Tempo e clima no Brasil**. São Paulo: Oficinas de Textos, 2009. p.44-60.

FERREIRA, A. G. **Meteorologia prática.** São Paulo: Oficina de textos, 2006. 188p.

FERRAZ, J. S. **Meteorologia brasileira:** (esboço elementar de seus principais problemas). São Paulo: Companhia editora Nacional; Biblioteca Pedagógica Brasileira, 1934. 588p.

FLORENZIANO, T. C. (Org). **Geomorfologia:** conceitos e tecnologias atuais. São Paulo: Oficinas de Textos, 2008. 317p.

FROTA, A. B.; SCHIFFER, S. R. **Manual de conforto térmico:** arquitetura, urbanismo. São Paulo: Nobel, 2001. 244p.

GALVÃO, M. V. **Atlas Nacional do Brasil**. Rio de Janeiro: Conselho Nacional de Geografia, 1966. (Não paginado).

GARTLAND, L. **Ilhas de calor:** como mitigar zonas de calor em áreas urbanas. São Paulo: Oficina de Textos, 2010. 248p.

GHINNI, R. **Mudanças climáticas globais e doenças de plantas.** Jaguariúna: EMBRAPA Meio Ambiente, 2005. 104p.

GOOSSENS, C.; BERGER, A. Annual and seasonal climatic variations over the northern hemisphere and Europe during the last century. **Annales Geophysicae**, Berlin, v. 4, n. b4, p. 385-400, 1986.

GONÇALVEZ, N. M. S. Impactos pluviais e desorganização do espaço urbano em Salvador: In: MENDONÇA, F.; MONTEIRO, C. A. de F. (Orgs.). **Clima urbano.** São Paulo: Contexto, 2003. p. 69-92.

GUERRA, A. J. T; CUNHA, S. B. (Org.). **Geomorfologia e Meio Ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996. 394p.

GREGORY, K. J. **A natureza da Geografia Física**. Tradução de Eduardo de Almeida Navarro. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1992. 367p.

GREIGER, R. **Manual de microclimatologia:** o clima da camada de ar junto ao solo. Tradução de Ivone Gouveia e Francisco Caldeira Cabral, com colaboração de A. Lobo de Azevedo. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1961. 639 p.

GOMES, M. A. S.; AMORIM, M. C. de C. T. Arborização e conforto térmico no espaço Urbano: estudo de caso nas praças públicas de Presidente Prudente (SP). **Caminhos de Geografia,** Uberlândia, Ano 3, n. 10, p. 94-106, set. 2003.

GOMES, V. A. **Modelo de avaliação da poluição atmosférica devido ao fluxo de veículos em cidades de pequeno porte**. 2008. 174f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2008.

IPCC. **Climate change 2007: the physical science basis**. Cambridge, New York; Cambridge University press, 2007. Disponível em: <http://www.ipcc.ch/publications_and_data/publications_ipcc_fourth_assessment_report_wg1_report_the_physical_science_basis.htm> Acesso em 20 de julho de 2012.

HOWARD, L. **The climate de of London**. International association for urban climate. Disponível em: <http://urban-climate.com/wp3/wp-content/uploads/2011/04/LukeHoward_Climate-of-London-V1.pdf >. Acesso em: 15 maio 2010.

HUNTINGTON, E. **Civilization and climate.** New Haven: Yale University Press, 1915. 488p.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **População residente, total, urbana total e urbana na sede municipal, em números absolutos e relativos, com indicação da área total e da densidade demográfica, segundo as Grandes Regiões e as Unidades da Federação – 2010.** Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/tabelas_pdf/Brasil_tab_1_15.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2011.

INPE – Instituto Nacional de Pesquisa Espacial. **Cartas Sinóticas**. Disponível em: <http://www.cptec.inpe.br/prevnum>. Acesso em: 29 out. 2011.

IBAM – Instituto do Ambiente. **Poluentes emitidos na atmosfera**. Disponível em: <http://www.qualar.org/>. Acesso em: 12 mar. 2012.

MUNDIM, P. Empréstimo para obras do Morumbi não está liberado. **Correio de Uberlândia**, Uberlândia, 4 out. 2006. Caderno Cidade, p.B1

KARMANN, I. **Ciclo da água:** água subterrânea e sua ação geológica. In: TEIXEIRA, W. et al. (Orgs.). **Decifrando a Terra.** São Paulo: Oficina de Textos, 2000. 568 p.

KODAMA, Y. M**.** Large-scale common features of subtropical precipitation zones (the Baiu frontal zone, the SPCZ, and the SACZ). Part I: Characteristics of subtropical frontal zones. **Journal of Meteorological Society of Japan**, n.70, p. 813–835, 1992.

KÖPPEN, W. **Climatologia**. México: Fundo de Cultura Econômica, 1931. 118p.

LANDSBERG, H. E. **The urban climate**. New York: Academi Press. 1981. 275 p. Disponível em: <http://books.google.com.br/books/about/The_Urban_Climate.html?hl=pt-BR&id=zkKHiEXZGBIC>. Acesso em: 10 abr. 2012.

LEITE, C. M. et. al. Utilização de regressão logística simples na verificação da qualidade do ar atmosférico de Uberlândia. **Revista Engenharia Sanitária Ambiental,** Uberlândia, v.6, n.1, p. 175-180, jan./mar., 2011.

LIMA, S. C.; ROSA, R.; FELTRAM FILHO, A. Mapeamento do uso do solo no município de Uberlândia. **Revista Sociedade & Natureza**, Uberlândia, Ano 1, n. 2, , p. 127-145, jun. 1989

LIMA, W. P. Função hidrológica da mata ciliar. In: SIMPÓSIO SOBRE MATA CILIAR. , 2006**,** Campinas. **Anais do Simpósio sobre Mata Ciliar.** Campinas: Fundação Cargill, 2006. p. 25-42. Disponível em: <http://www.ipef.br >. Acesso em: 15 jul. 2006.

LOMBARDO, M. A. **Ilha de calor nas metrópoles:** o exemplo de São Paulo. São Paulo: Hucitec. 1985. 244p.

_____. Vegetação e Clima. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, 1990, Curitiba. **Anais do Encontro Nacional Sobre Arborização.** Curitiba: FUPEF/PR, 1990. P.1-13,

LOVELOCK, J. **A vingança de gaia**. Tradução de Ivo Korytowski. Rio de Janeiro: Intrínseca, 2006. 156p.

LUCAS, T. P. B. Chuvas persistentes e ação da zona de convergência do atlântico sul na região metropolitana de Belo Horizonte. 2007. 159f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007.

LUZ, J. S. **A (re)produção do espaço de Anápolis/GO:** a trajetória de uma cidade média entre duas metrópolis, 1970-2009. 2009. 349 f. Tese (Doutorado em Geografia) **–** Instituto de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2009.

MAGDA, L. DE A. Uso de modelo de circulação geral da atmosfera para simular o clima e a variabilidade climática. In: SANT'ANNA NETO, J. L.; ZAVATINI, J. A. **Variabilidade e mudanças climáticas:** implicações ambientais e socioeconômicas. Maringá: EDUEM, 2000. p. 83-93.

MASCARÓ, L. R. **Ambiência Urbana = Urban environment.** Porto Alegre: Sagra Dc Luzzatto, 1996. S/n.

MARENGO, J. A. **Mudanças climáticas e seus efeitos sobre a biodiversidade:** caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2006. 2001p.

MEDEIROS, C. S. **As relações climato-hidrológicas sob diferentes compartimentos de paisagem:** o caso do ribeirão Santo Antônio – Araguari-Indianópolis/MG. 2002. 153f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2002.

MENDES, P. C. **A gênese espacial das chuvas na cidade de Uberlândia – MG**. 2001. 237f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2001.

MENDES, P. C., ROLDÃO, A. de F., SILVA, E. M. A ação da zona de convergência do atlântico sul na produção de eventos climáticos extremos na cidade de Uberlândia-MG. In: XIV Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, 2011, Dourados - MS. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA: DINÂMICAS SOCIOAMBIENTAIS, DAS INTER RELAÇÕES ÀS INTERDEPENCÊNCIAS, XIV, 2011, Dourados/MS. **Anais do Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada: Dinâmicas Socioambientais, das Inter relações às Interdependências.** Dourados: 2011.

MENDONÇA, F. **O clima e o planejamento urbano de cidades de porte médio e pequeno:** proposição metodológica para estudo e sua aplicação à cidade de Londrina/PR. 1994. 300f. Tese (Doutorado em Geografia) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.

_____. **Clima e criminalidade:** ensaio analítico da correlação entre a temperatura do ar e a incidência de criminalidade urbana. Curitiba: Editora UFPR, 2001. 182p.

MENDONÇA, F.; MONTEIRO, C. A. F. (Orgs.). **Clima urbano.** São Paulo: Contexto, 2003. 192p.

MENDONÇA, F.; MONTEIRO, C. A. F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. **Climatologia:** noções básicas e climas do Brasil. São Paulo: Oficina de Textos, 2007. 208p.

MENDONÇA, R. W. B.; BONATTI, J. P. Estudo da energia modal para episódios de ZCAS. Parte II: impacto da resolução do modelo e da parametrização de convecção. **Revista Brasileira de Meteorologia,** v. 23, n.24, 381-403, 2008.

MINUZZI, R. B.; VIANELLO, R. L.; SEDIYAMA, G. C. Oscilações Climáticas em Minas Gerais. **Revista Brasileira de Meteorologia**, São José dos Campos, v.25, n.2, p.227-236, 2010.

MONTEIRO, C. A. de F. Da necessidade de um caráter genético à classificação climática (algumas considerações metodológicas a propósito do estudo do Brasil Meridional). **Revista Geográfica,** Rio de Janeiro, Ano 31, n. 57, p. 19-44, 1962.

_____. Sobre a análise geográfica de sequências de cartas de tempo: pequeno ensaio metodológico sobre o estudo do clima no escopo da Geografia. **Revista Geográfica**, Rio de Janeiro, v. 31, n.58, p.169-179, 1963.

_____. O clima da região sul. **Geografia Regional do Brasil** - Grande Região Sul. Rio de Janeiro: IBGE, v.4, n.1, p.117-169, 1963.

_____. Sobre um índice de participação das massas de ar e suas possibilidades de aplicação à classificação climática. **Revista Geográfica**, Rio de Janeiro, v.61, n.11, p.59-69, 1964.

_____. **A frente polar atlântica e as chuvas de inverno na sul-oriental do Brasil**. São Paulo: IGEOG - USP, 1969. 69 p. (Série, Teses e Monografias 1).

_____. **Análise rítmica em climatologia:** Problemas da atualidade climática no Estado de São Paulo e achegas para um problema de trabalho. São Paulo: IGEOG-USP, 1971. 21p. (Série Climatologia, n. 1).

_____. **Teoria e clima urbano**. São Paulo: IGEOG Instituto de Geografia da USP, 1976, 181 p. (Série teses e monografias n.25)..

_____. Adentrar a cidade para tomar-lhe a temperatura. **Geosul**, Ano V, n. 9, p. 61-79, 1990a. Semestral.

_____. A cidade como processo derivador ambiental e estrutura geradora de um "clima urbano". **Geosul**, Ano V, n.9, p. 80- 114, 1990b. Semestral.

_____. Cidade e Ambiente Atmosférico. **Geosul**, Ano V, n. 9, p. 115-123, 1990c. Semestral.

_____. Por um Suporte Teórico e Prático para Estimular Estudos Geográficos de Clima Urbano no Brasil. **Geosul**, Ano V, n. 9, p. 7-19, 1990d. Semestral.

_____. **Clima e excepcionalismo:** conjecturas sobre o desempenho da atmosfera como fenômeno geográfico. Florianópolis: Ed. da UFSC, 1991. 241p.

_____. **Geossistemas:** a história de uma procura. São Paulo: Contexto, 2001. 127p.

MONTEIRO, C. A. de F.; MENDONÇA, F. **Clima urbano.** São Paulo: Contexto. 2003. 192p.

MORENGO, J. A. **Mudanças climáticas globais e seus efeitos sobre a biodiversidade:** caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI. Brasília: MMA, 2006. 201p.

MORIZE, H. **Esboço da climatologia do Brazil.** Rio de Janeiro: Observatório Astronômico, 1889. 241p.

_____. **Contribuição ao estudo do clima do Brazil**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, 1922. 116 p.

MOTA, F. S. da. **Meteorologia agrícola**. São Paulo: Nobel, 1983. 376p.

MOURA, G. G. **Imagens e representações da periferia de Uberlândia (MG):** um estudo de caso do Setor Oeste. 2003. 317f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2003.

_____. **Condomínios horizontais / loteamentos fechados e a vizinhança (in)desejada:** um estudo em Uberlândia/MG. 2008. 270f. Tese (Tese em Geografia) – Instituto de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2008.

NISHIYAMA, L. Geologia do Município de Uberlândia e Áreas Adjacentes. **Revista Sociedade & Natureza**, Uberlândia, n. 1, p. 9-15, jun. 1989.

NISHIYAMA, L.; BACARRO, C. A. D. Aproveitamento dos recursos minerais nas regiões do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba. **Revista Sociedade & Natureza**, Uberlândia, n. 1, p. 09-15, jun. 1989.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 1979. 421p.

NOBRE, C. A.; GASH, J.H.C.; ROBERTS, J.M.; VICTORIA, R.L. Amazonian deforestation and regional climate change. **Journal of Climate**, Chichester, n.4, p. 957-987, 1991.

_____. Ainda sobre a Zona de Convergência do Atlântico Sul: a importância do oceano atlântico. **Climanálise – Boletim de Monitoramento e Análise Climática**, v.3, n.4, p.30-33, 2001. Disponível em: <http://www.mct.gov.br>. Acesso em: 15 out. 2001.

NUNES, L. H.; VISCENTE, A. K.; CANDIDO, D. H. Clima da região Sudeste do Brasil. In: CAVALCANTI, I. F. A., et al. (Org). **Tempo e clima no Brasil**. São Paulo: Oficinas de Textos, 2009. p. 243-258.

OLIVEIRA, A. V. **A questão do valor do clima: reflexões em torno de um valor conceitual para a precipitação pluviométrica na produção agrícola.** 2010. 150f. Tese (Doutorado em Geografia) – Instituto de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2010.

OLIVEIRA. L. A; MENDES, P.C.; ASSUNÇÃO, W.L. **Laudo do Laboratório de Climatologia e Recursos Hídricos do dia 06 dez. 2010.** Instituto de Geografia – Universidade Federal de Uberlândia. 2010. 1p.

OLIVEIRA, F. L.; A percepção climática no município de Campinas – SP. In: SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE PERCEPÇÃO DO MEIO AMBIENTE, 2005, Londrina. **Anais do Simpósio Nacional sobre Percepção do Meio Ambiente.** Santa Catarina: Geosul, 2005. Disponível em. < http://www.periodicos.ufsc.br/index.php/geosul/article/view/12652>. Acesso em: 11 fev. 2012.

ONÇA, D. de S. "**Quando o sol brilha, eles fogem para a sombra ..." a ideologia do aquecimento global.** 2011. 557 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Instituto de Geografia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

OKE, T. R. **Boundary layer climate.** London. Methuen, 1978. 372p. Disponível em: <http://books.google.com.br/books?id=1j6rUfnnpS8C&printsec=frontcover&hl=pt-BR&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false>. Acesso em: 10 abr. 2012.

OKE, T. R. et al. The Surface Energy Balance in Mexico City. **Atmospheric Environment**, v. 26B, n.4, p. 433-444, 1992. Disponível em: http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S135223109900134>. Acesso em: 14 abr. 2012.

PEREIRA, F. M. **Cidades médias brasileiras:** uma tipologia a partir de suas (des)economias de aglomeração. 2002. 117f. Dissertação (Mestrado em Economia) – Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2002.

PEIXOTO, J. A. **Clima e saúde.** Introdução biogeográfica à civilização brasileira. São Paulo: Companhia editora Nacional, 1938. 295p. (Brasiliana, vol. 129). Disponível em: <http://www.brasiliana.com.br/obras/clima-e-saude-introducao-biogeografica-a-civilizacao-brasileira>. Acesso em: 10 mar. 2010.

PESQUERO, J. F. **Balanço de umidade na região do sistema de monção da América do Sul em cenários futuros (2071-2100) utilizando o modelo ETA**: um estudo de caso de modelagem. 242f. Tese (Doutorado em Meteorologia) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, São Paulo, 2009.f. Tese (Doutorado em Geografia) -

Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Instituto de Geografia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

PINHEIRO, A. Enchente e inundação. In: SANTOS, R. F. dos. **Vulnerabilidade Ambiental (**Org). Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2007. 196p. Disponível em: <http://pt.scribd.com/doc/45734425/Vulnerabilidade-Ambiental-Livro-MMA>. Acesso em: 20 abr. 2012.

PINTO, N. L. S.; HOLTZ, A. C. T. Medidas de vazão. In: PINTO, N. L. S.; HOLTZ, A. C. T.; MARTINS, J. A. **Hidrologia de superfície**. São Paulo: Edgard Blucher, 1973. p. 157-179.

PORTAL SÃO FRANCISCO**. Camadas da atmosfera**. Ano. Disponível em: <http://www.portalsaofrancisco.com.br/alfa/meio-ambiente-atmosfera/camadas-da-atmosfera-2.php.>. Acesso em: 20 set. 2011.

PORTO, R.; et al. Precipitação. In:_____. **Hidrologia: ciência e aplicação**. Porto Alegre: Editora da UFRGS/ABRH, 2009. p. 804-845.

PREFEITURA MUNICIPAL DE UBERLÂNDIA. **Banco de dados integrados - 2010.** Disponível em: <http://www.uberlandia.mg.gov.br/uploads/cms_b_arquivos/460.pdf>. Acesso em: 15 maio 2011.

PREFEITURA MUNICIPAL DE PORTO ALEGRE. **Plano diretor de drenagem urbana: manual de drenagem urbana**. Porto Alegre: Instituto de Pesquisas Hidráulicas/UFRGS, 2005. 167p. v.6.

QUEIROZ, A. T. Eventos Pluviométricos Concentrados no Espaço Urbano: **Bacia Do Córrego Das Tabocas:** Em Uberlândia – MG. 2009. 62 f. Monografia (Graduação em Geografia) – Instituto de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2009.

RADAMBRASIL. **Folha SE 22 - Goiânia**. Levantamento de recursos naturais. Rio de Janeiro: RADAMBRASIL, 1983. 768 p.

RAMIRES, J. C. L.; SILVA, D. F. A estruturação dos espaços periféricos em Uberlândia: o exemplo do Setor Leste. **Revista Sociedade e Natureza**, Uberlândia, v.12, n.23, jan./jun. 2001.

RAMIRES, J. C. L.; SANTOS, M. A. F. Exclusão social em Uberlândia: algumas reflexões sobre o bairro Dom Almir e seu entorno. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v.2, n.4, p.73-87, jun. 2001.

RIBEIRO, A. G. **Paisagem e organização espacial na região de Palmas e Guarapuava**. 1989. 336 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Departamento de Geografia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1989.

_____. As escalas do clima. **Boletim de Geografia Teorética,** Rio Claro, Ageteo, v.23, n. 45/46, p. 288-294, 1993.

_____. A climatologia dinâmica na perspectiva da análise rítmica. **Revista Sociedade & Natureza,** Uberlândia, ano 12, n. 24, p. 49-62, jul./dez. 2000.

_____.; SILVA, E. M. RODOVALHO, E. RODIGUES, R. Á. Probabilidade de ocorrência de umidades relativas agressivas em Uberlândia – MG.

In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA, 4., 2000, Rio de Janeiro. **Anais do VII SBCG - Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica:** Clima & Ambiente. Rio de Janeiro: Sede do CREA - RJ, 2000.

RIEHL, H. **Meteorologia tropical.** Tradução de Aurélio Augusto Rocha. Rio de Janeiro: Livro técnico, 1965. p. 426.

ROBINSON, P. J.; HENDERSON-SELLES, A. **Contemporary climatology.** Publiser: Prentice Hall, 1989. 317. Disponível em: < http://www.amazon.co.uk/Contemporary-Climatology-Dr-Peter-Robinson/dp/0582276314#reader_0582276314>. Acesso em: 14 fev. 2012.

RODRIGUES, R. de A. **Chuvas em Araguari (MG) – contribuição ao estudo da gênese e subsídios à análise da estrutura espacial**. 2006. 282 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Instituto de Estudos Sócio-Ambientais, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2006.

RODRIGUES, J. M. et al. Efeitos Locais e de Larga Escala na Dinâmica Climática do Município de Viçosa – Minas Gerais. **Revista Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v.22, n.3, 593-610, dez. 2010.

ROSA, R.; LIMA, S. C. & ASSUNÇÃO, W. L. Abordagem preliminar das condições climáticas de Uberlândia (MG)**. Revista Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v.3. n. 5/6, p. 91-108, jan./dez. 1991.

ROSSATO, L. **Estimativa da capacidade de armazenamento de água no solo do Brasil.** 2002. 144f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Universidade, São José dos Campos, 2002.

ROSS, J. L. S. (org.). **Geografia do Brasil.** São Paulo: USP, 2005. 548 p.

RUOSO, D. **O clima de Santa Cruz do Sul**. 2007. 237 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Centro Ciências Naturais e Exatas, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

SACRAMENTO NETO, O. B.; ESCOBAR, G. C. J.; SILVA, E. D. P. **Método objetivo para identificar episódios de zonas de convergências de umidade (ZCOU) no ambiente operacional do Centro de Previsão do Tempo e Estados Climáticos – CPTEC.** XVI CBMET. Anais. Belem-PA, 2010.

Também Disponível em: <http://www.cbmet2010.com/anais/artigos/695_86757.pdf>. *Acesso em: 10. jun. 2012.*

SANT'ANNA NETO, J. L. **Ritmo climático e a Gênese das chuvas na zona costeira paulista.** 1990. 156f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Departamento de Geografia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1990.

_____. **História da climatologia no Brasil: gênese e paradigmas do clima como fenômeno geográfico**. 2001. 169 f. Tese (Livre Docência) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente.

_____, J. L.; ZAVATINI, J. A. (Orgs.). **Variabilidade e Mudanças Climáticas:** Implicações Ambientais e Socieconômicas. Maringá: EDUEM, 2000. 259p.

SANT'ANNA NETO, J. L. (Org.), **Os Climas das Cidades Brasileiras**: São Luis (MA), Aracaju (SE), Campo Grande (MS), Petrópolis (RJ), Sorocaba (SP), Penápolis (SP) e Presidente Prudente (SP). Presidente Prudente: [s.n.], 2002. 227p.

_____. **A gênese da climatologia no Brasil o despertar de uma ciência. Geografia,** Rio Claro, v.28, n. 1, p. 5-27, jan/abr. 2003. Disponível em: <http://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/ageteo/article/view/1085/1004>. Acesso em: 20 jun. 2011.

_____. **Variabilidades e mudanças climáticas:** implicações ambientais e sócio-econômicas. Maringá: EDUEM, 2008. 259p.

SANTOS, J. E. et al. Caracterização perceptiva da Estação Ecológica de Jataí (Luiz Antônio, SP) por diferentes grupos sócio-culturais de interação. In: SEMINÁRIO REGIONAL DE ECOLOGIA, 7., 1996, São Carlos. **Anais do Seminário Regional de Ecologia.** Local: Editora, 1996. p.309-353.

SANTOS, M. **Urbanização brasileira**. São Paulo: HUCITEC, 1993. 155p.

_____. **Metamorfoses do espaço habitado.** São Paulo, Hucitec, 1996. 28p.

SCARLATO, F. C. População brasileira e urbanização. In: ROSS, J. L. S. (org.). **Geografia do Brasil.** São Paulo: USP, 2005. p. 389-463.

SARTORI, M. G. B. **O Clima de Santa Maria, RS:** do Regional ao Urbano. 1979. 150f. Mestrado (Mestrado em Geografia) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1979.

_____. **Clima e Percepção.** 2000. V1, 221f.. Tese (Doutorado em Geografia) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

SCHNEIDER, M. O. Proposta de hierarquização da paisagem no domínio do cerrado dos planaltos aplainados do Brasil Central. **Boletim de Geografia Teorética**, Rio Claro, Ageteo v. 15, p. 104-111, 1985.

SAYDELLES, A. P. **Estudo do campo térmico e das ilhas de calor urbano em Santa Maria-RS.** 2005. 237 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2005.

SATYAMURTI, P.; NOBRE, C.; SILVA DIAS, P. L. **South America. Meteorology of the Southern Hemisphere,** D. J. Karoly and D. G. Vincent, Eds., Amer. Meteor. Soc., p. 119–139, 1998.

SERAFIM, M. P. Temporal inunda casas e causam prejuízos. **Correio de Uberlândia**, Uberlândia, 8 fev. 2001. Caderno Cidade, p.B1

SETTE, D. M. **O clima urbano de Rondonópolis - MT**. 1996. 138f. Dissertação (Mestrado Geografia) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.

_____. **O holorritmo e as interações trópico-extratrópico na gênese do clima e as paisagens do Mato Grosso.** 2000. 376 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

SNEYERS, R. **Sur la analyse statistique des series d´observations.** Genève: Organisation Météorologique Mondial, 1975. 192 p. (OMM Note Technique, 143).

SILVA, E. M. **O clima em Uberlândia-MG**. 2011. 115f. Monografia (Graduação em Geografia) – Instituto de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2003.

_____.; CORREA, D. M.; RIBEIRO, A. G. O conforto térmico na cidade de Uberlândia. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOGRAFIA, 2003, Uberlândia. **Anais do Simpósio Regional de Geografia.** Uberlândia: Editora, 2003.

SILVA, E. M. A distribuição espacial das chuvas na bacia do rio Bagagem e áreas Adjacentes In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA, 7., 2006, Rondonópolis. **Anais do VII SBCG - Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica**. Rondonópolis: Campus Universitário de Rondonópolis - MT, 2006.

_____. **Análise das relações climato-hidrológicas e das demandas hídricas no alto curso da bacia hidrográfica do rio Bagagem/MG**. 2007. 196f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2007.

_____. Índices estatísticos para determinação de ocorrências de precipitação em dia determinado na cidade de Uberlândia-MG. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 14., 2011, Dourados. **Anais do XIV Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada:** Dinâmicas socioambientais, das inter relações às interdepencências. Dourados: editora, 2011.

SILVEIRA, V. P.; GAN, M. A. Estudo de tendência das temperaturas mínimas na Região sul do Brasil. In**:** CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 14., 2006, Florianópolis. **Anais do Congresso Brasileiro de Meteorologia**. Florianópolis, 2006.

SNEYERS, R. **Sur la analyse statistique des series d´observations. Genève:** Organisation Météorologique Mondial, 1975. 192 p. (OMM Note Technique, 143).

SOARES, B. R. **Habitação e produção do espaço em Uberlândia**. 1988. 225f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1988.

_____. **Uberlândia:** da cidade jardim ao portal do cerrado - Imagens e representações no Triângulo Mineiro. 1995. 366f. Tese (Doutorado em Geografia) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1995.

SORRE, M. **Objeto e Método da Climatologia***:* capítulo introdutório de "Traité de Climatologie Biologique et Médicale". Tradução de José Bueno Conti. Paris: 1934. p.1-9.

SORRE. M.; Megale (Org.). **Geografia**. Trad. Januário F. São Paulo: Ática, 1984.

SPÖRL, C. **Metodologia para elaboração de modelos de fragilidade ambiental utilizando redes neurais.** 2007. 185f. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Departamento de Geografia, Universidade de São Paulo, São Paulo 2007.

SOTCHAVA V. B. **O estudo dos geossistemas**. São Paulo. Instituto de Geografia USP. 51p. (Métodos em Questão, 16). 1977.

SUGUIO, K. **Mudanças ambientais da Terra.** São Paulo: Instituto Geológico, 2008. 336p.

TARIFA, J. R. **Sucessão de tipos de tempo e variação do balanço hídrico no estremo oeste paulista:** *ensaio metodológico aplicado ao ano agrícola de 1968/1969. 1973*. 71f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Departamento de Geografia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1973.

_____. **Fluxos polares e as chuvas no estado de São Paulo:** uma análise quantitativa do processo genético. 1975. 93f. Monografia (Graduação em Geografia) - Instituto de Geografia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1975.

TAVARES, et al. Interações entre ilhas de calor em cidades médias tropicais, tipos de tempo no inverno e saúde dos citadinos. **Geografia,** Rio Claro, v. 20, n.2, p. 73-99, out. 1995.

TEIXEIRA, W. et al. **Decifrando a terra.** São Paulo: Companhia Editora Nacional, 2008. 528p.

TUBELIS, A.; NASCIMENTO, F. J. do. **Meteorologia descritiva:** fundamentos e aplicações brasileiras. São Paulo: Livraria Nobel. 1992. 374p.

TUCCI, C. E. M. Plano diretor de drenagem Urbana. **Revistas Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre: ABRH, v.2 , n.2, p.5-12. jul./dez., 1997.

_____. **Hidrologia:** ciência e aplicação. Porto Alegre: UFRGS: 2001. 943 p.

TUCCI, C. E. M.; BRAGA, B. Clima e recursos hídricos. In: _____. (Orgs.). **Clima e recursos hídricos no Brasil.** Porto Alegre: ABRH, 2003. p. 1-30.

TUCCI, C. E. M.; BRAGA, B.; BERTONI, J. C. (Orgs.), citar da seguinte forma: TUCCI, C. E. M.; BRAGA, B.; BERTONI, J. C. (Orgs.). **Inundações urbanas na América do Sul.** Porto Alegre: ABRH, 2003. p.156.

TUCCI, C. E. M.; MENDES, C. A. **Avaliação ambiental integrada de bacia hidrográfica**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2006. 302 p.

TUCCI, C. E. M.; BERTONI, J. C (Orgs). Precipitação. In: **Hidrologia: ciência e aplicação**. Porto Alegre: Editora da UFRGS/ABRH, 2009. p. 176-237.

TWAIN, M. **Frases e citações.** Disponível em: < http://www.ic.unicamp.br/~stolfi/PUB/misc/misc/MaisCitacoes.txt>. Acesso em: 10 mar. 2012.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ**. Processo de formação de uma gota de chuva.** .Disponível em: <http://fisica.ufpr.br/grimm/aposmeteo/cap6/cap6-3-2.html>. Acesso em: 15 jan. 2012.

VALENTE, O. F.; GOMES, M. A. **Conservação de nascentes:** hidrologia e manejo de bacias hidrográficas de cabeceiras. Viçosa: Aprenda Fácil, 2005. p. 214.

VAREJÃO-SILVA, M. A. **Meteorologia e climatologia.** Recife: Versão digital. 2006. 449p.

VARGAS, M. C. O gerenciamento integrado dos recursos hídricos como problema sócio ambiental. **Ambiente & Sociedade,** Campinas, p 1- 26. jul./dez. 1999.

VIANELLO, R. L. & ALVES, A. R. **Meteorologia Básica e Aplicações.** Viçosa: Editora da Universidade Federal de Viçosa, 1991. p. 449.

VILLELA, S. M.; MATTOS, A. **Hidrologia Aplicada.** São Paulo: McGraw-Hill, 1975. 245p.

VITTE, A.C.; GUERRA, A. J. T. (Orgs). **Reflexões sobre a geografia física no Brasil.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 2010. 280p.

ZAVATTINI, J. A. **Estudos do Clima no Brasil**. Campinas: Alínea, 2004. 398p.

WYTE, A. T. **La perception de l'environnment:** lignes directiones méthodologiques pour les éstudes de terrin du MAB. Paris: UNESCO, 1977. 138p.

ANEXOS

Tabela 83: Temperatura Média Anual e Mensal (1981-2011).

Ano/Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	M. Anual
1981	23,5	23,7	23,8	21,8	20,2	17,5	18,2	21,0	22,2	22,5	22,7	24,7	**21,8**
1982	22,0	23,4	22,7	21,0	19,0	19,8	19,0	21,0	22,6	23,2	23,9	22,3	**21,7**
1983	22,7	23,3	22,7	22,6	21,4	20,4	20,2	20,1	21,9	22,0	22,5	21,9	**21,8**
1984	23,9	24,3	23,8	22,0	21,8	19,8	19,8	20,4	20,7	23,9	23,7	22,9	**22,3**
1985	22,6	24,3	24,2	22,6	20,9	16,5	17,8	21,1	23,0	24,2	23,3	23,3	**22,0**
1986	23,5	23,2	23,0	23,0	20,9	18,3	18,2	20,8	21,5	22,8	23,4	22,5	**21,8**
1987	23,5	23,0	22,7	22,7	21,1	19,2	20,1	20,9	23,1	25,0	23,6	23,2	**22,3**
1988	24,4	23,4	23,3	23,0	21,4	18,3	17,4	20,4	24,1	22,9	22,7	23,1	**22,0**
1989	23,1	23,2	23,1	22,8	19,7	18,7	18,2	20,0	22,4	23,6	22,8	23,0	**21,7**
1990	23,2	23,7	23,8	23,4	20,0	19,1	18,6	20,4	21,1	24,0	24,9	23,9	**22,2**
1991	23,0	23,5	22,8	22,6	20,6	19,9	19,3	20,1	22,7	23,3	23,6	23,6	**22,1**
1992	23,3	22,6	22,6	22,8	21,6	19,4	19,7	21,0	21,0	22,9	22,9	22,9	**21,9**
1993	23,6	22,4	23,8	22,3	19,9	18,6	19,4	20,7	23,2	23,5	24,5	23,1	**22,1**
1994	23,0	24,7	22,9	22,7	21,6	19,3	18,9	21,3	24,5	24,8	24,0	24,1	**22,7**
1995	24,4	23,4	23,9	22,5	20,9	19,1	20,5	22,6	23,3	24,0	23,3	23,4	**22,6**
1996	23,9	24,5	23,7	22,9	21,3	19,1	20,1	22,7	22,5	24,4	23,1	23,8	**22,7**
1997	22,3	23,9	22,6	21,7	19,7	18,4	19,0	20,6	**25,2**	25,0	**25,3**	24,0	**22,3**
1998	**24,7**	25,0	24,9	24,2	20,5	20,0	20,0	22,4	23,8	23,8	23,8	23,8	**23,1**
1999	22,6	24,3	23,8	22,6	19,7	20,0	20,9	20,6	23,3	24,4	23,9	23,8	**22,5**
2000	23,7	22,8	23,3	22,6	20,7	19,8	18,3	21,9	22,4	25,5	23,3	23,8	**22,3**
2001	24,2	25,1	24,1	24,6	20,8	20,2	21,3	21,3	23,2	23,7	24,1	23,5	**23,0**
2002	23,4	25,1	23,6	23,3	19,6	**21,1**	20,5	21,2	23,9	24,1	23,8	**24,8**	**22,9**
2003	23,4	25,1	23,6	23,3	19,6	**21,1**	20,5	21,2	23,9	24,1	23,8	**24,8**	**22,9**
2004	23,9	23,2	23,5	22,9	20,9	19,4	19,3	21,6	25,1	24,3	24,0	23,7	**22,7**
2005	23,7	24,7	24,1	**24,8**	21,4	19,3	19,9	22,1	23,9	**26,1**	23,1	22,6	**23,0**
2006	24,5	24,2	23,6	23,1	20,0	19,8	20,4	22,9	22,6	23,0	23,2	23,5	**22,6**
2007	23,5	23,9	**25,0**	24,0	21,3	20,7	20,5	21,8	24,6	25,3	23,8	23,8	**23,2**
2008	23,4	23,2	23,0	22,9	20,5	20,9	20,2	**23,3**	23,4	24,6	23,7	23,3	**22,7**
2009	23,6	24,2	24	23,1	**21,8**	19,9	**22,0**	22,1	24,0	24,2	24,9	23,6	**23,1**
2010	24,4	**25,3**	24,5	23,6	21,4	20,2	21,5	22,2	24,6	24,4	24,3	24,8	**23,4**
2011	24,0	24,8	23,5	23,5	21,6	19,9	21,1	23,3	23,9	23,1	23,6	23,6	**23,0**
Média	**23,5**	**23,9**	**23,5**	**22,9**	**20,7**	**19,5**	**19,7**	**21,4**	**23,1**	**24,0**	**23,7**	**23,5**	**22,5**

Fonte: LCRH (2012). Org.: Silva (2012).

Tabela 84: Temperatura Máxima Média Anual e Mensal (1981-2011).

Ano/Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	M. Anual
1981	28,7	30,5	29,9	28,4	27,3	24,9	24,6	28,8	31,5	28,8	28,2	28,2	**28,3**
1982	27,2	29,6	28,4	27,3	25,9	26,4	26,7	27,1	29,8	29,5	30,9	27,9	**28,1**
1983	27,6	29,1	28,7	28,8	27,6	27,2	27,3	28,4	28,0	27,8	28,1	27,3	**28,0**
1984	30,7	31,1	30,6	28,2	28,7	27,6	27,5	27,6	27,9	30,7	30,1	28,7	**29,1**
1985	27,7	30,5	29,6	28,9	28,2	25,1	26,0	29,4	30,8	31,1	29,3	29,4	**28,8**
1986	28,8	29,0	28,9	29,0	27,0	25,9	25,7	27,8	28,4	29,9	29,5	28,0	**28,2**
1987	29,1	28,7	29,2	28,8	27,4	26,4	27,9	29,3	30,2	32,0	29,1	28,4	**28,9**
1988	30,2	28,9	29,1	28,7	28,3	25,7	25,5	28,8	31,7	29,5	28,6	28,8	**28,7**
1989	28,7	29,5	29,0	29,4	26,7	26,2	26,2	27,6	29,8	31,0	28,7	28,5	**28,4**
1990	30,0	30,1	30,2	30,0	27,1	27,0	25,9	27,8	28,7	30,8	31,6	30,1	**29,1**
1991	28,0	29,6	28,3	29,2	27,6	27,8	27,2	28,9	30,5	29,5	30,2	29,8	**28,9**
1992	28,8	28,6	28,3	29,1	28,7	27,0	27,6	28,5	26,8	28,7	28,8	29,2	**28,3**
1993	30,3	28,4	30,7	29,7	26,9	25,9	27,5	28,6	30,5	30,6	31,6	28,6	**29,1**
1994	28,4	**31,7**	28,8	29,5	29,0	27,2	27,1	30,4	32,7	32,2	29,8	29,6	**29,7**
1995	30,2	29,7	30,4	28,8	27,6	26,7	27,8	**31,3**	31,1	31,3	29,3	29,3	**29,5**
1996	30,2	30,9	29,0	29,6	27,5	26,3	27,7	29,4	28,9	31,1	28,6	29,7	**29,1**
1997	28,5	30,3	28,7	28,6	26,4	25,7	27,3	29,7	**33,0**	32,0	**31,9**	29,7	**29,3**
1998	**30,9**	31,0	**31,3**	**30,7**	27,7	27,5	28,5	29,6	31,3	30,3	29,8	29,9	**29,9**
1999	30,4	30,8	30,0	29,6	27,1	27,1	28,4	29,5	31,5	31,8	30,7	**30,4**	**29,8**
2000	29,7	28,3	29,7	30,1	28,9	**28,8**	26,6	30,5	29,2	33,7	30,0	29,6	**29,6**
2001	30,2	31,2	29,8	30,3	26,9	26,9	27,9	28,3	29,8	29,5	29,5	28,6	**29,1**
2002	29,4	28,4	30,3	30,4	28,4	27,7	27,9	30,0	29,5	**34,1**	30,4	29,8	**29,7**
2003	28,4	30,8	28,9	28,9	26,4	27,8	27,0	28,8	30,8	29,8	29,8	30,3	**29,0**
2004	28,6	28,1	29,2	28,4	26,9	25,7	25,8	29,1	31,9	31,0	30,0	28,7	**28,6**
2005	28,9	30,3	29,2	29,8	27,3	26,1	26,5	29,4	30,4	32,8	28,2	27,6	**28,9**
2006	29,7	29,6	28,1	28,0	**29,0**	25,7	26,8	29,6	28,9	27,8	28,1	28,1	**28,3**
2007	28,4	28,8	30,0	29,7	27,4	27,3	27,1	28,7	31,7	32,0	29,2	28,8	**29,1**
2008	27,8	28,2	27,8	27,9	26,1	26,5	26,9	29,7	31,0	29,8	29,1	28,2	**28,3**
2009	28,0	28,0	28,9	28,4	27,2	25,9	**28,9**	29,0	29,8	30,0	29,9	28,3	**28,5**
2010	30,0	31,2	30,1	29,0	28,2	27,2	28,4	29,6	32,3	31,5	31,3	30,3	**29,9**
2011	29,3	30,7	28,8	29,4	27,6	26,4	27,5	30,5	31,9	28,4	29,5	28,0	**29,0**
Média	**29,1**	**29,7**	**29,4**	**29,1**	**27,5**	**26,6**	**27,1**	**29,1**	**30,3**	**30,6**	**29,7**	**29,0**	**28,9**

Fonte: LCRH (2012). Org.: Silva (2012).

Tabela 85: Temperatura Máxima Absoluta Média Anual e Mensal (1981-2011).

Ano/Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	M. Anual
1981	31,6	32,6	**35,0**	30,8	29,4	**27,8**	28,4	33,6	35,2	32,6	31,4	32,8	**31,8**
1982	32,4	32,0	31,4	31,4	29,4	29,6	28,8	32,0	32,2	33,6	33,8	31,2	**31,5**
1983	31,8	32,4	32,8	31,8	29,8	29,4	30,6	32,0	31,8	31,6	32,4	30,8	**31,4**
1984	34,6	33,6	32,8	31,2	30,0	29,2	30,0	33,6	32,6	34,6	34,8	32,4	**32,5**
1985	31,2	33,4	32,4	30,8	30,2	29,4	29,4	33,4	34,2	35,0	35,6	34,2	**32,4**
1986	31,8	31,6	31,8	31,4	30,0	29,0	29,2	30,0	32,8	33,8	34,0	32,8	**31,5**
1987	32,4	32,2	33,2	30,8	30,2	29,6	30,2	34,0	35,2	37,0	32,6	31,4	**32,4**
1988	33,8	30,8	32,0	30,8	31,0	29,2	28,6	32,8	35,4	34,0	32,2	32,8	**32,0**
1989	32,0	33,4	31,0	31,2	31,4	28,9	31,4	31,0	33,6	35,0	34,4	31,2	**32,0**
1990	35,0	34,2	32,8	33,2	30,4	30,0	30,8	32,4	33,8	35,6	35,4	32,8	**33,0**
1991	31,6	33,0	32,0	31,0	32,0	30,6	29,2	33,6	34,8	33,8	33,8	32,2	**32,3**
1992	32,4	32,6	32,4	31,4	30,4	30,2	30,8	33,0	31,6	31,6	32,2	33,2	**31,8**
1993	32,8	31,6	34,0	31,2	30,0	28,4	30,8	34,2	-	34,0	34,6	32,8	**32,2**
1994	32,8	34,8	31,6	31,2	31,4	30,4	30,4	34,4	35,8	36,0	35,4	32,8	**33,1**
1995	34,2	33,4	33,8	31,2	31,0	28,4	30,2	34,6	34,6	36,4	32,8	34,2	**32,9**
1996	34,0	32,4	31,5	33,0	30,0	30,0	31,0	33,0	34,0	33,0	33,0	34,0	**32,4**
1997	32,2	**35,6**	31,4	33,2	29,9	28,2	29,5	32,8	34,6	36,6	36,2	32,2	**32,7**
1998	34,8	35,0	34,0	33,8	30,8	30,2	**35,0**	36,4	34,0	**37,5**	36,2	35,0	**34,4**
1999	34,0	34,0	31,4	32,7	30,0	31,0	32,0	33,0	31,4	35,0	33,0	**35,0**	**32,7**
2000	32,8	31,8	31,8	31,2	29,4	28,0	29,0	30,4	34,8	35,6	31,2	32,4	**31,5**
2001	**37,4**	34,0	32,2	**36,8**	30,4	30,0	30,4	31,8	34,8	34,2	32,2	31,2	**33,0**
2002	32,4	30,8	32,2	31,4	31,4	30,2	30,8	33,2	33,8	36,8	33,6	34,5	**32,6**
2003	33,2	33,5	32,4	34,0	30,6	29,4	29,4	36,0	36,2	35,6	34,2	34,4	**33,2**
2004	31,2	31,2	31,4	31,0	30,2	27,2	29,6	33,0	35,8	35,9	34,4	32,4	**31,9**
2005	31,5	33,0	31,2	32,2	30,0	29,8	30,2	34,0	35,8	37,0	33,2	32,2	**32,5**
2006	35,2	33,0	31,0	31,0	26,5	28,0	30,7	32,5	34,0	33,0	33,0	31,0	**31,6**
2007	31,0	31,0	33,0	33,0	30,8	30,0	31,0	34,0	35,5	36,5	32,5	32,2	**32,5**
2008	32,2	31,5	30,6	30,8	28,2	28,0	30,0	32,5	35,0	35,4	33,4	33,7	**31,8**
2009	31,5	31,5	33,0	31,5	30,9	29,2	33,0	31,8	34,0	33,1	34,6	32,5	**32,2**
2010	32,4	33,6	32,6	32,8	**32,8**	**31,2**	30,4	**38,0**	**38,6**	34,9	**36,2**	33,5	**33,9**
2011	33,8	32,6	32,8	31,2	30	29,6	30,8	34,6	35,4	34,2	33,2	32,0	**32,5**
Média	**32,9**	**32,8**	**32,3**	**31,9**	**30,3**	**29,4**	**30,4**	**33,3**	**34,4**	**34,8**	**33,7**	**32,8**	**32,4**

Fonte: LCRH (2012). Org.: Silva (2012).

Tabela 86: Temperatura Mínima Média Anual e Mensal (1981-2011).

Ano/Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	M. Anual
1981	19,4	18,9	20,0	17,2	15,4	**12,6**	**10,7**	14,4	16,9	18,2	19,0	19,1	**16,8**
1982	19,0	19,0	19,3	**16,6**	14,3	15,5	14,0	16,0	17,1	18,4	19,4	**18,6**	**17,3**
1983	19,5	19,4	18,8	18,9	17,8	16,7	16,1	**14,0**	17,5	18,1	18,6	18,7	**17,8**
1984	19,1	19,3	19,6	17,9	17,0	14,4	14,5	15,0	**15,6**	18,7	19,1	19,2	**17,5**
1985	19,3	19,5	19,6	18,3	15,8	12,8	11,9	15,0	17,6	18,6	18,9	18,9	**17,2**
1986	19,6	19,0	19,3	18,5	16,8	13,4	13,2	16,1	16,5	**17,5**	19,0	18,7	**17,3**
1987	19,3	19,1	**18,1**	18,3	16,5	14,2	14,9	14,7	17,7	19,2	19,3	19,2	**17,5**
1988	19,8	19,8	19,3	19,2	16,6	13,1	11,5	14,1	18,1	18,0	**18,3**	19,1	**17,2**
1989	19,1	19,2	18,9	18,2	14,3	13,8	12,8	15,0	17,4	17,7	18,7	19,0	**17,0**
1990	19,4	19,2	19,4	19,2	15,3	13,5	13,8	15,1	15,8	19,1	19,9	19,6	**17,4**
1991	19,5	19,6	19,4	18,2	15,3	14,4	13,6	14,9	16,7	18,6	19,0	19,5	**17,4**
1992	19,8	**18,6**	18,8	18,5	16,5	14,4	14,0	15,4	16,9	18,8	18,8	18,9	**17,5**
1993	18,9	18,8	19,0	18,1	15,1	13,9	13,9	15,1	17,9	18,5	19,5	19,5	**17,4**
1994	19,4	19,7	19,2	18,1	16,6	13,9	13,5	14,7	18,2	19,5	19,9	20,2	**17,7**
1995	20,2	19,4	19,5	17,9	16,2	14,1	15,3	16,3	17,3	18,8	18,6	19,5	**17,8**
1996	19,6	20,1	19,5	18,5	16,7	14,3	13,8	17,4	16,9	19,4	19,1	19,7	**17,9**
1997	19,6	19,4	18,8	16,7	14,9	13,5	13,6	14,2	19,1	19,6	20,5	19,8	**17,5**
1998	20,3	20,9	19,0	19,4	15,8	14,9	14,3	17,1	18,3	18,8	19,1	19,7	**18,1**
1999	19,8	19,9	19,8	17,6	14,2	14,8	15,7	14,5	17,5	18,7	18,5	19,2	**17,5**
2000	19,9	19,0	19,4	17,3	15,3	13,8	12,5	15,8	17,5	19,6	19,0	19,7	**17,4**
2001	20,0	21,1	20,4	20,5	16,3	15,5	16,7	15,6	17,0	18,7	20,2	19,2	**18,4**
2002	19,8	19,5	20,4	19,0	17,5	15,9	15,7	16,8	16,6	21,6	21,3	21,2	**18,8**
2003	20,6	20,8	19,9	19,2	14,3	15,2	15,2	15,5	18,5	19,5	19,7	20,6	**18,3**
2004	20,4	19,8	19,2	18,9	16,5	14,8	11,3	16,1	18,4	19,6	19,6	20,1	**17,9**
2005	20,2	20,0	20,6	19,6	16,3	14,8	14,8	16,6	19,1	20,9	19,6	18,9	**18,5**
2006	20,3	18,6	20,2	19,1	**11,0**	14,7	15,0	16,9	17,1	19,0	18,8	19,8	**17,5**
2007	20,0	20,0	20,5	19,7	16,5	15,0	15,1	15,6	18,6	19,9	19,3	19,5	**18,3**
2008	19,7	19,1	19,2	18,7	15,6	15,9	14,2	17,0	16,7	19,9	19,4	19,5	**17,9**
2009	19,9	20,5	20,1	18,9	16,7	15,1	16,7	17,1	19,1	19,5	20,8	20,1	**18,7**
2010	**18,7**	20,9	19,3	19,0	15,5	14,5	16,0	16,1	17,9	18,4	20,6	21,2	**18,2**
2011	20,4	20,7	20,0	19,0	16,4	14,9	15,6	17,4	18,6	18,6	18,5	20,0	**18,3**
Média	**19,7**	**19,6**	**19,5**	**18,5**	**15,8**	**14,5**	**14,2**	**15,7**	**17,6**	**19,0**	**19,4**	**19,5**	**17,7**

Fonte: LCRH (2012). Org.: Silva (2012).

Tabela 87: Temperatura Mínima Absoluta Média Anual e Mensal (1981-2011).

Ano/Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	M. Anual
1981	16,0	17,2	17,8	13,4	12,0	7,4	**1,0**	10,8	12,0	14,6	17,2	17,4	**13,1**
1982	17,2	17,4	16,6	14,0	10,2	12,4	12,0	13,2	13,2	13,6	17,2	15,2	**14,4**
1983	17,8	18,0	15,6	15,8	15,2	14,2	12,0	5,8	13,0	15,4	17,2	17,0	**14,8**
1984	15,8	17,4	18,2	15,0	14,4	12,2	7,8	7,8	10,0	15,4	17,0	16,0	**13,9**
1985	17,8	17,6	18,4	14,2	14,2	**2,2**	7,4	8,4	13,8	16,2	14,6	15,0	**13,3**
1986	18,0	17,8	17,6	15,0	12,4	8,6	10,0	12,8	12,0	14,0	**12,0**	16,2	**13,9**
1987	17,4	17,0	**11,2**	15,4	12,2	9,8	8,0	**4,6**	13,4	15,4	16,6	16,0	**13,1**
1988	17,4	18,8	15,8	17,2	11,4	5,6	5,4	8,2	12,6	14,4	14,4	17,4	**13,2**
1989	18,0	17,4	17,2	15,0	9,0	8,8	9,0	9,6	11,2	12,2	13,8	16,4	**13,1**
1990	17,4	17,6	17,0	17,4	**5,8**	6,6	6,4	10,2	8,6	16,4	17,0	17,2	**13,1**
1991	19,5	19,6	19,4	18,2	15,3	14,4	13,6	14,9	16,7	18,5	19,0	19,5	**17,4**
1992	19,8	18,6	18,8	18,5	16,5	14,4	14,0	15,3	16,9	18,8	18,8	18,9	**17,4**
1993	18,9	18,8	19,0	18,1	15,1	13,9	13,9	15,0	-	18,5	19,4	19,5	**17,3**
1994	19,4	19,7	19,3	17,5	16,6	13,9	13,5	14,6	18,2	19,5	19,9	20,1	**17,7**
1995	20,1	19,4	19,5	17,8	16,2	14,1	15,3	16,4	17,3	18,8	18,6	19,5	**17,8**
1996	19,6	20,1	19,5	18,1	16,7	14,4	13,8	11,1	16,9	19,4	19,1	19,7	**17,4**
1997	18,7	18,8	18,5	16,8	15,1	13,9	14,3	14,9	19,2	19,7	19,9	20,0	**17,5**
1998	20,2	20,6	20,8	19,4	15,6	14,6	14,8	17,0	18,6	19,0	19,0	19,5	**18,3**
1999	19,8	19,9	19,7	18,0	14,3	14,6	15,6	15,3	17,7	19,6	18,9	19,8	**17,8**
2000	20,4	20,1	19,8	18,1	15,7	15,4	13,3	17,2	18,2	20,7	19,4	20,2	**18,2**
2001	18,6	17,0	19,0	17,0	12,0	7,0	12,6	13,6	8,8	13,6	17,2	14,2	**14,2**
2002	16,0	15,4	19,0	14,8	12,0	11,4	10,2	12,6	**5,0**	17,0	15,6	18,8	**14,0**
2003	17,6	17,0	18,0	14,8	9,2	11,0	13,0	10,0	12,6	17,4	15,8	17,6	**14,5**
2004	17,4	18,0	12,2	15,0	10,8	10,4	10,0	11,6	11,9	15,2	13,8	17,6	**13,7**
2005	18,0	15,2	18,3	16,0	9,4	9,8	10,8	9,8	15,6	16,0	17,8	**12,9**	**14,1**
2006	18,0	20,2	18,5	15,5	14,2	9,0	12,0	10,5	9,0	17,4	13,0	18,1	**14,6**
2007	18,6	18,7	19,0	16,8	8,5	10,4	9,0	12,2	14,9	16,5	17,5	17,8	**15,0**
2008	17,8	17,0	14,4	15,5	11,8	13,2	10,0	14,2	9,5	16,0	16,3	15,1	**14,2**
2009	17,0	18,7	18,3	14,6	14,0	7,2	11,0	12,5	15,4	17,5	18,2	18,1	**15,2**
2010	**13,8**	**12,2**	16,9	**11,8**	7,0	10,1	12,8	11,5	11,0	**9,8**	14,5	18,2	**12,5**
2011	18,6	19,0	18,4	13,8	13,6	11,0	12,0	7,0	13,8	14,1	15,0	18,0	**14,5**
Média	**18,1**	**18,1**	**17,8**	**16,1**	**12,8**	**11,0**	**11,1**	**11,9**	**13,6**	**16,5**	**16,9**	**17,6**	**15,1**

Fonte: LCRH (2012). Org.: Silva (2012).

Tabela 88: Precipitação Média Mensal e Total Anual (1981-2011).

Ano/Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
1981	256,2	99,1	169,0	41,1	17,0	59,9	0,0	0,1	0,9	155,7	273,0	431,6	**1503,6**
1982	**660,4**	124,3	321,6	105,7	73,6	40,0	19,0	42,6	23,7	188,1	218,8	402,3	**2220,1**
1983	400,4	231,6	226,9	89,1	38,7	6,2	**50,6**	1,2	119,9	240,8	234,6	323,0	**1963,0**
1984	191,4	82,2	233,1	93,6	43,6	0,0	0,0	45,9	36,0	76,4	189,6	296,2	**1288,0**
1985	589,5	111,3	291,5	75,4	20,2	0,0	0,0	0,0	23,6	66,5	152,8	295,8	**1626,6**
1986	215,3	176,4	164,8	99,8	27,6	0,0	1,6	50,0	42,0	135,0	105,6	**545,0**	**1563,1**
1987	231,6	201,2	169,3	102,4	28,0	10,0	0,0	0,0	38,2	59,2	252,1	348,0	**1440,0**
1988	174,8	285,5	256,4	150,1	16,0	5,4	0,0	0,0	42,3	122,4	116,6	316,5	**1486,0**
1989	223,1	248,4	128,1	44,6	3,5	0,0	15,6	22,2	70,1	34,5	312,3	265,1	**1367,5**
1990	***110,9***	150,1	94,9	25,3	68,9	0,0	43,3	37,8	51,5	94,3	168,4	***155,7***	**1001,1**
1991	383,5	255,2	**469,4**	178,7	4,7	0,0	0,0	0,0	39,3	85,7	113,4	258,7	**1788,6**
1992	398,8	383,6	112,8	119,5	46,2	0,0	0,0	4,8	80,9	148,5	**381,2**	317,6	**1993,9**
1993	180,9	269,6	137,8	107,2	23,0	72,2	0,0	18,8	0,0	199,8	98,6	433,5	**1541,4**
1994	385,3	142,6	285,2	26,6	35,9	9,4	9,4	0,0	7,4	47,9	177,3	351,9	**1478,9**
1995	288,2	**422,2**	239,1	57,1	**121,6**	3,4	1,6	0,0	4,2	73,3	133,5	308,2	**1652,4**
1996	283,0	137,6	176,6	39,8	56,1	8,4	6,8	9,0	106,1	69,5	271,8	295,2	**1459,9**
1997	299,5	124,6	374,1	149,8	36,3	**101,3**	0,0	0,0	31,7	82,1	301,6	312,3	**1813,3**
1998	154,4	162,9	97,3	61,3	57,2	21,2	0,0	**85,4**	4,4	181,1	206,6	285,3	**1317,1**
1999	282,3	***26,8***	166,3	45,1	10,6	8,8	0,2	0,0	59,9	60,3	251,2	217,4	**1128,9**
2000	345,4	280,6	446,3	54,3	0,0	0,9	10,7	9,4	**164,3**	***16,7***	161,1	350,5	**1840,2**
2001	256,6	112,3	198,6	***15,7***	18,8	1,3	0,0	27,5	73,3	183,7	154,7	339,7	**1382,2**
2002	325,9	319,0	105,9	53,0	19,4	0,0	1,3	0,1	57,5	45,1	216,4	347,3	**1490,9**
2003	556,1	97,0	310,2	97,8	62,1	0,0	1,2	2,7	38,4	67,1	234,2	168,8	**1635,6**
2004	290,7	265,9	165,6	161,6	9,8	14,1	23,9	0,0	2,9	136,5	138,7	345,4	**1555,1**
2005	434,2	63,8	273,6	22,1	47,1	44,1	0,0	16,9	33,7	55,2	244,6	239,0	**1474,3**
2006	208,3	189,5	258,1	96,5	6,4	1,5	0,0	15,5	104,1	**266,0**	253,3	460,4	**1859,6**
2007	415,2	229,6	***54,6***	32,8	11,7	25,7	37,5	0,0	25,2	113,1	244,6	341,6	**1531,6**
2008	252,5	264,8	244,6	**262,2**	80,8	9,0	0,0	0,5	17,5	148,2	***59,9***	363,3	**1703,3**
2009	260,0	202,4	103,1	70,2	58,8	8,5	8,5	19,8	101,3	87,5	169,6	346,6	**1436,3**
2010	169,5	150,2	89,0	89,5	10,4	12,1	1,6	0,0	47,8	140,2	267,7	280,2	**1258,2**
2011	233,7	195,0	303,4	160,4	4,8	16,6	0,0	0,0	0,1	134,6	124,1	253,7	**1426,4**
Média	**305,1**	**193,7**	**215,1**	**88,0**	**34,2**	**15,5**	**7,5**	**13,2**	**46,7**	**113,4**	**200,9**	**322,4**	**1555,7**

Fonte: LCRH (2012). Org.: Silva (2012).

Tabela 89: Precipitação Máxima em 24h (1981-2011).

Ano/Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1981	49,5	24,8	37,0	28,2	15,1	51,4	0,0	0,1	0,6	39,8	63,6	79,4
1982	94,4	52,7	50,2	32,2	40,6	40,0	19,0	30,0	17,6	46,6	74,8	79,0
1983	126,8	44,6	69,3	21,0	25,6	19,4	0,0	18,6	12,0	62,4	52,0	40,6
1984	77,2	17,0	54,8	25,6	19,4	0,0	0,0	18,6	12,0	20,2	47,8	48,8
1985	65,8	35,8	44,0	37,6	18,9	0,0	0,0	0,0	11,0	30,7	28,0	41,4
1986	49,8	33,0	41,2	47,2	19,2	0,0	0,8	22,8	27,4	46,0	39,2	**157,8**
1987	45,0	61,4	45,0	52,8	18,8	10,0	0,0	0,0	11,2	13,8	79,2	83,4
1988	30,4	45,4	96,3	31,0	27,0	5,4	0,0	0,0	27,3	39,2	41,0	53,6
1989	45,4	45,2	28,2	26,0	3,2	0,0	**39,6**	18,8	18,0	16,6	74,2	61,9
1990	60,6	57,6	52,3	11,9	29,6	0,0	23,2	15,0	23,1	45,2	35,0	42,4
1991	60,4	37,9	64,8	69,0	3,7	0,0	0,0	0,0	30,6	21,6	20,0	52,6
1992	54,0	83,6	33,3	32,0	12,8	0,0	0,0	4,8	19,6	39,0	57,6	43,7
1993	35,4	66,4	29,8	35,4	23,0	43,2	0,0	15,0	26,0	56,4	38,4	63,4
1994	66,8	24,8	76,4	13,6	16,8	4,0	9,4	0,0	7,4	46,7	56,2	76,2
1995	56,6	**88,2**	53,4	21,6	**60,8**	2,6	1,6	0,0	17,2	21,9	37,0	57,4
1996	38,0	27,0	36,2	19,2	32,5	6,3	5,5	6,8	67,4	25,2	60,4	61,0
1997	52,1	48,4	**96,6**	**69,6**	15,0	**56,0**	0,0	0,0	8,2	57,2	40,2	81,5
1998	46,5	31,5	18,0	27,3	40,0	33,8	0,0	**36,5**	1,6	68,1	29,0	47,0
1999	55,0	44,0	42,4	35,2	9,2	8,8	0,0	0,0	19,6	26,2	**114,6**	51,8
2000	84,7	40,6	90,8	47,2	0,0	0,0	8,4	5,8	45,6	10,8	56,9	98,2
2001	59,7	40,2	52,0	12,0	18,4	1,3	0,0	11,6	22,8	44,0	49,8	63,2
2002	**147,0**	79,8	19,4	28,5	17,1	0,0	1,3	0,1	16,8	17,0	46,0	61,5
2003	73,6	22,0	60,5	31,2	24,2	0,0	1,2	1,9	22,6	45,4	92,6	55,9
2004	77,7	46,0	69,7	36,2	5,0	14,0	19,0	0,0	0,0	66,6	42,2	99,4
2005	54,8	33,2	51,4	7,3	33,4	19,0	0,0	14,0	20,3	25,0	27,4	32,7
2006	59,6	37,4	51,0	27,5	3,8	1,5	0,0	7,9	**77,6**	**92,6**	62,5	83,9
2007	83,7	70,2	20,2	17,6	10,6	23,2	17,4	0,0	17,8	43,0	65,2	115,8
2008	48,9	33,0	45,5	59,5	52,3	7,1	0	0,5	11,9	38,0	10,3	81,0
2009	51,3	42,8	31,9	24,5	46,5	3,9	8,5	9,1	27,2	21,6	35,8	50,4
2010	42,2	37,1	31,4	65,4	7,5	5,3	1,6	0	24,4	34,4	71,8	54,0
2011	51,0	37,5	51,6	56,8	1,8	16,6	0,0	0,0	0,1	33,4	27,8	52,2

Fonte: LCRH (2012). Org.: Silva (2012).

Tabela 90: Número de dias com chuva média Mensal e total Anual (1981-2011).

Ano/Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
1981	19	11	18	7	3	3	0	1	3	12	19	21	**117**
1982	26	9	24	5	5	1	1	3	5	17	13	23	**132**
1983	23	14	20	12	6	2	3	1	14	14	17	23	**149**
1984	16	13	13	8	4	0	0	7	7	8	15	23	**114**
1985	21	10	18	6	3	0	0	0	4	7	16	17	**102**
1986	16	12	12	5	2	0	3	4	3	6	*8*	23	**94**
1987	16	13	13	5	4	1	0	0	9	10	18	16	**105**
1988	***13***	20	15	11	4	1	0	0	2	15	12	18	**111**
1989	16	14	13	4	2	4	3	3	8	8	17	23	**115**
1990	18	10	13	7	**7**	0	5	5	6	9	12	17	**109**
1991	21	21	**25**	11	2	0	0	0	4	13	15	19	**131**
1992	21	17	16	14	6	0	0	1	**14**	**18**	18	20	**145**
1993	14	21	13	13	2	3	0	3	9	13	*8*	22	**121**
1994	22	16	23	6	3	4	1	0	1	10	14	17	**117**
1995	18	22	12	12	4	2	1	0	3	9	14	21	**118**
1996	18	11	17	5	5	2	2	2	6	6	14	17	**105**
1997	23	13	21	9	4	**6**	0	0	7	10	17	22	**132**
1998	22	21	12	8	5	1	0	5	4	16	17	**25**	**136**
1999	18	***3***	15	9	1	1	1	0	10	7	11	17	**93**
2000	21	21	21	8	***0***	0	3	2	11	***4***	17	19	**127**
2001	17	13	18	4	6	1	0	5	6	12	19	19	**120**
2002	13	22	9	***3***	4	0	1	1	6	6	13	21	**99**
2003	25	13	20	12	4	0	1	2	5	9	17	***14***	**122**
2004	19	20	14	11	6	2	2	0	***0***	11	10	20	**115**
2005	26	12	18	6	4	3	0	2	8	8	**20**	21	**128**
2006	14	16	20	**14**	2	1	0	4	6	18	15	22	**132**
2007	**27**	18	***6***	10	2	2	**5**	0	3	11	17	17	**118**
2008	21	**23**	19	14	4	3	0	1	4	9	14	17	**129**
2009	18	16	13	7	2	4	1	4	12	11	11	21	**120**
2010	17	12	11	5	5	3	1	0	3	10	16	20	**103**
2011	24	17	22	9	3	2	0	0	1	14	10	17	**119**
Média	**19,5**	**15,3**	**16,3**	**8,4**	**3,7**	**1,7**	**1,1**	**1,8**	**5,9**	**10,7**	**14,6**	**19,7**	**118,6**

Fonte: LCRH (2012). Org.: Silva (2012).

Tabela 91: Umidade Relativa média mensal e anual (1981-2011).

Ano/Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	M. Anual
1981	79	69	76	70	67	71	59	53	49	**83**	**88**	80	**70**
1982	**85**	74	84	71	72	72	64	61	57	73	73	81	**72**
1983	**85**	78	80	77	74	72	63	54	72	76	77	83	**74**
1984	72	71	76	75	70	61	56	61	63	61	67	81	**68**
1985	84	72	79	73	67	70	63	53	57	61	70	73	**69**
1986	77	77	77	71	73	61	62	64	57	59	70	81	**69**
1987	79	79	78	76	78	71	62	54	57	62	75	**86**	**71**
1988	81	**85**	84	**86**	**83**	**82**	**75**	**72**	60	71	74	79	**78**
1989	77	81	79	74	67	69	62	64	70	60	79	80	**72**
1990	74	74	76	76	75	68	68	65	65	68	69	74	**71**
1991	83	80	83	75	70	65	61	51	58	68	73	77	**70**
1992	83	78	77	79	74	66	62	58	**74**	76	77	79	**74**
1993	74	81	74	74	72	72	63	64	67	71	72	82	**72**
1994	85	77	**85**	77	74	71	67	57	55	66	77	82	**73**
1995	81	85	81	79	78	72	68	59	62	71	78	85	**75**
1996	82	81	72	61	64	60	52	47	58	59	68	74	**65**
1997	83	76	80	75	73	75	63	51	56	60	60	78	**69**
1998	75	79	76	72	70	67	56	58	58	72	76	81	**70**
1999	78	73	80	72	66	66	65	57	62	66	70	74	**69**
2000	80	79	82	72	68	63	63	56	70	59	73	77	**70**
2001	74	71	74	64	66	66	56	53	56	66	75	75	**66**
2002	75	83	72	66	66	60	58	53	59	54	71	77	**66**
2003	84	70	81	74	66	60	56	58	57	62	74	73	**68**
2004	79	82	74	76	72	66	63	46	39	63	69	77	**67**
2005	82	68	78	68	66	68	62	53	60	55	78	80	**68**
2006	68	75	81	75	64	62	57	50	58	76	74	80	**68**
2007	82	77	66	68	65	60	62	48	46	55	72	75	**65**
2008	79	79	79	77	71	67	55	54	51	61	72	76	**68**
2009	77	77	79	74	73	70	64	62	71	74	76	83	**73**
2010	79	71	76	69	69	66	59	51	56	75	78	77	**69**
2011	79	70	81	69	64	66	55	43	42	72	68	78	**66**
Média	**79**	**77**	**78**	**73**	**70**	**67**	**61**	**56**	**59**	**66**	**73**	**79**	**70**

Fonte: LCRH (2012). Org.: Silva (2012).

Tabela 92: Umidade Relativa média das mínimas mensais e anuais (1981-2011).

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
1997	45	40	43	32	28	35	27	20	13	24	28	42	31
1998	34	43	43	42	36	34	27	21	24	30	30	44	34
1999	22	33	41	29	24	33	36	26	26	24	37	36	31
2000	52	48	54	42	38	32	34	26	35	28	47	47	40
2001	49	27	40	39	25	31	28	26	24	22	46	34	33
2002	43	49	44	36	41	33	31	26	20	24	41	33	35
2003	50	33	48	38	31	34	32	27	27	25	38	39	35
2004	43	50	38	38	43	33	34	22	18	18	36	44	35
2005	47	37	49	38	35	42	33	22	24	15	42	42	36
2006	32	39	53	36	31	34	28	13	24	31	39	50	34
2007	50	47	39	37	25	35	31	25	23	17	34	39	34
2008	33	50	50	48	39	35	25	20	18	26	39	30	34
2009	44	47	45	49	36	43	32	27	20	38	44	56	40
2010	38	42	38	40	34	33	24	23	22	73	41	40	37
2011	45	34	46	39	34	36	24	17	12	10	35	45	31
Média	42	41	45	39	33	35	30	23	22	27	38	41	35

Fonte: LCRH (2012). Org.: Silva (2012).

Tabela 93: Nebulosidade média mensal e anual (1981-2011).

Ano/Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	M. Anual
1981	6	5	6	4	3	3	3	1	2	6	7	7	**4**
1982	8	5	7	5	4	4	3	3	4	5	6	8	**5**
1983	8	6	5	5	3	3	3	2	7	7	7	8	**5**
1984	5	5	6	5	4	2	3	4	4	5	6	8	**5**
1985	9	5	7	5	3	1	2	2	3	5	6	7	**5**
1986	7	7	6	5	5	2	4	5	3	4	5	8	**5**
1987	7	7	6	5	4	2	1	0	5	6	7	8	**5**
1988	6	8	5	5	2	2	2	1	2	7	6	6	**4**
1989	7	7	6	4	2	2	2	3	5	4	7	7	**5**
1990	7	6	6	5	3	2	3	2	4	5	6	7	**5**
1991	7	7	8	5	3	2	3	3	5	6	6	7	**5**
1992	8	7	6	3	3	2	3	4	7	7	7	7	**5**
1993	7	7	5	4	3	3	3	3	5	5	5	7	**5**
1994	8	5	7	3	3	3	2	1	3	5	6	7	**4**
1995	6	6	5	5	4	2	3	1	3	5	6	7	**4**
1996	6	6	5	2	4	3	3	4	4	5	6	7	**5**
1997	8	5	6	3	3	2	2	1	4	4	6	4	**4**
1998	7	7	7	5	4	4	2	4	4	6	6	7	**5**
1999	7	7	4	4	3	4	3	2	4	5	6	6	**5**
2000	7	7	6	3	3	2	4	1	6	5	7	4	**5**
2001	6	7	7	4	5	3	3	2	5	6	7	7	**5**
2002	7	8	5	3	3	3	3	3	5	4	7	7	**5**
2003	6	6	7	6	4	1	3	3	5	6	7	6	**5**
2004	8	7	5	6	5	4	3	3	2	6	7	7	**5**
2005	8	6	7	4	4	4	3	3	6	6	7	8	**6**
2006	6	7	7	5	3	3	2	3	5	7	6	7	**5**
2007	8	6	4	4	3	2	3	1	2	4	7	6	**4**
2008	7	7	6	5	4	3	1	2	3	5	7	7	**5**
2009	6	7	6	5	3	4	3	3	5	6	6	6	**5**
2010	6	5	5	4	4	2	2	1	3	5	6	5	**4**
2011	7	6	8	5	4	3	2	2	3	7	6	7	5
Média	**7**	**6**	**6**	**4**	**3**	**3**	**3**	**2**	**4**	**5**	**6**	**7**	**5**

Fonte: LCRH (2012). Org.: Silva (2012).

Tabela 94: Insolação em horas média mensal e anual (1981-2011).

Ano/Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
1981	170,9	288,3	143,7	242,8	254,6	210,0	237,3	254,2	199,6	161,2	154,2	149,2	**2466,0**
1982	126,6	200,2	116,4	224,0	239,0	189,7	260,0	226,0	214,0	199,4	197,1	126,7	**2319,1**
1983	131,5	163,5	181,5	214,9	218,3	235,3	254,8	278,5	133,0	167,7	159,9	110,0	**2248,9**
1984	228,6	211,6	210,6	207,5	252,6	259,3	234,4	205,9	201,1	226,6	202,5	127,6	**2568,3**
1985	105,2	212,2	163,5	203,5	242,6	227,1	266,7	244,0	209,8	209,2	181,5	198,9	**2464,2**
1986	197,1	163,4	183,8	229,5	197,5	247,2	222,3	187,5	209,2	244,7	229,7	123,3	**2435,2**
1987	158,4	131,5	218,2	208,9	217,8	197,5	254,5	265,0	176,4	155,6	183,5	147,1	**2314,4**
1988	209,1	135,0	201,4	192,5	230,3	232,0	252,2	276,9	232,2	172,3	180,1	177,5	**2491,5**
1989	174,3	147,0	180,6	226,2	236,0	217,5	243,3	222,0	191,5	233,0	162,4	145,0	**2378,8**
1990	166,9	155,6	222,7	236,8	237,7	239,2	222,8	222,6	213,9	229,7	154,6	200,5	**2503,0**
1991	133,6	161,5	122,4	223,9	237,2	240,1	246,0	245,1	197,1	208,0	196,4	167,2	**2378,5**
1992	120,0	164,0	162	179,9	236,9	240,3	248,2	220,8	121,4	180,6	161,4	185,3	**2220,8**
1993	199,5	111,0	203,5	218,7	216,6	213,5	223,8	229,7	162,0	221,7	231,2	128,2	**2359,4**
1994	114,0	199,0	139	232,2	221,0	216,3	234,8	253,7	263,4	210,6	179,2	118,6	**2381,8**
1995	184,0	154,4	204,1	219,1	255,8	250,0	256,1	273,8	236,2	243,4	221,2	171,9	**2670,0**
1996	218,2	279,6	193,4	219,8	241,8	260,1	296,1	294,5	203,5	191,4	141,2	139,4	**2679,0**
1997	110,2	179,9	150	186,8	182,7	186,4	241,8	195,0	220,0	259,6	193,6	206,5	**2312,5**
1998	212,1	164,5	208,9	236,6	236,1	270,9	310,7	270,4	205,6	186,8	216,9	186,8	**2706,3**
1999	215,1	186,5	176,5	245,9	267,9	249,9	260,8	299,2	228,0	220,3	233,0	205,6	**2788,7**
2000	178,3	165,3	183,6	276,9	289,6	277,1	256,8	271,0	208,1	240,1	158,0	186,0	**2690,8**
2001	209,1	212,8	223,2	260,5	233,0	258,9	274,6	287,3	208,3	-	173,9	-	**2341,6**
2002	-	135,9	249,0	270,1	250,5	261,3	249,2	252,9	221,6	255,4	157,2	163,4	**2466,5**
2003	124,7	210,8	167,7	198,5	252,6	270,2	280,4	258,2	225,1	202,6	172,9	209,5	**2573,2**
2004	157,1	144,1	220,6	190,5	-	232,0	256,0	280,0	263,3	191,4	180,3	152,9	**2268,2**
2005	140,8	217,1	183,1	231,7	248,8	237,4	271,0	269,2	196,1	203,2	149,8	137,8	**2486,0**
2006	197,0	-	178,5	214,1	270,2	258,6	271,9	285,4	219,0	136,9	186,5	147,7	**2365,8**
2007	106,8	162,6	268,3	245,7	277,0	351,8	251,8	313,7	276,0	223,1	179,7	196,7	**2853,2**
2008	-	106,6	171,1	166,4	241,4	248,4	187,3	285,5	244,4	178,2	189,8	172,0	**2191,1**
2009	172,0	163,7	169,8	203,1	276,7	239,8	264,9	229,9	165,1	193,4	169,0	119,7	**2367,1**
2010	184,0	196,4	187,1	206,1	258,7	205,4	265,6	285,2	231,5	227,9	213,3	285,2	**2746,4**
2011	157,9	177,7	128,8	226,1	259,0	254,6	284,6	284,6	268,1	162,1	201,8	121,1	**2526,4**
Média	**165,6**	**176,7**	**184,3**	**220,6**	**242,7**	**241,2**	**254,2**	**257,0**	**211,1**	**204,5**	**184,3**	**163,6**	**2505,9**

Fonte: LCRH (2012). Org.: Silva (2012).

Tabela 95: Ventos (1981-2011).

Mês	Horas	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	Média
	09:00	3,0	1,8	2,2	2,7	3,8	3,1	2,6	3,4	1,2	2,2	2,8	0,7	0,7	1,6	2,2	0,4	0,7	**2,1**
Jan	**15:00**	3,4	2,0	2,3	2,1	2,6	3,2	3,1	3,3	1,8	2,2	2,7	1,7	1,7	2,3	2,6	0,6	0,7	**2,2**
	21:00	0,8	0,0	0,9	1,0	1,7	2,3	1,5	0,6	0,8	1,2	1,1	1,2	1,2	1,0	1,6	0,1	0,1	**1,0**
	09:00	3,2	1,8	2,1	2,7	2,5	3,3	2,9	2,2	3,5	1,4	0,1	0,8	0,8	0,2	0,7	0,5	0,6	**1,7**
Fev	**15:00**	4,1	1,5	2,0	3,3	2,9	2,9	2,6	3,3	1,2	2,1	0,8	0,5	0,5	0,8	0,1	1,2	0,9	**1,8**
	21:00	0,2	0,3	1,0	0,8	1,2	1,0	0,7	0,9	1,2	1,0	0,2	0,4	0,4	0,2	0,1	0,1	0,5	**0,6**
	09:00	3,9	2,0	2,3	2,3	2,7	2,8	2,4	3,5	2,4	2,2	1,4	3,3	3,3	2,0	2,0	1,7	0,8	**2,4**
Mar	**15:00**	3,1	2,0	2,2	3,0	2,8	3,1	2,3	3,0	1,7	2,1	1,6	1,8	1,8	2,1	1,7	1,6	0,6	**2,1**
	21:00	0,4	0,5	1,5	0,7	1,2	0,9	1,4	0,7	0,5	0,6	1,0	0,3	0,3	1,0	0,4	1,3	0,3	**0,8**
	09:00	3,2	3,8	2,1	4,0	4,4	3,9	3,5	3,7	0,9	1,1	0,4	0,9	0,9	0,2	0,7	0,5	1,0	**2,1**
Abr	**15:00**	3,2	1,9	2,2	2,9	3,0	2,3	2,9	2,2	0,6	0,6	0,4	0,4	0,4	0,7	0,5	0,8	0,7	**1,5**
	21:00	0,3	0,4	0,9	1,4	1,3	1,0	0,6	0,3	0,3	0,1	0,1	0,2	0,2	0,1	0,3	0,1	0,4	**0,5**
	09:00	3,2	3,2	2,8	3,0	4,3	3,2	2,8	4,1	2,5	1,5	1,1	2,5	2,5	1,7	2,6	2,1	0,9	**2,6**
Mai	**15:00**	2,1	2,4	2,3	1,9	2,8	2,6	2,4	2,3	1,9	2,0	0,9	2,6	2,6	1,3	1,5	2,0	0,5	**2,0**
	21:00	0,4	2,0	1,3	0,7	1,7	0,9	0,9	1,0	1,0	0,8	0,4	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9	0,1	**0,9**
	09:00	4,0	3,0	2,5	3,4	3,3	4,1	4,1	3,6	0,5	1,1	1,1	1,2	1,2	1,2	1,2	0,8	0,6	**2,2**
Jun	**15:00**	3,0	2,4	1,6	2,5	3,5	2,2	2,1	2,4	0,5	0,4	1,0	0,6	0,6	0,8	0,3	0,4	0,6	**1,5**
	21:00	0,5	1,9	0,1	0,7	1,0	0,9	1,6	0,7	0,3	0,1	0,3	0,5	0,5	0,2	0,3	0,2	0,2	**0,6**
	09:00	4,0	3,1	3,3	3,8	5,3	4,6	4,1	3,8	3,8	3,5	2,1	3,1	3,1	3,0	3,2	3,6	1,6	**3,5**
Jul	**15:00**	2,9	2,7	2,1	1,8	2,9	2,6	3,4	2,7	2,6	1,8	1,7	2,1	2,1	1,3	2,1	1,8	1,2	**2,2**
	21:00	0,2	1,9	0,5	0,8	1,6	1,1	1,2	1,2	0,7	0,9	0,6	1,6	1,6	0,6	1,1	0,4	0,3	**1,0**
	09:00	4,2	2,3	3,9	3,6	5,4	4,5	5,3	4,5	2,9	1,2	2,9	4,0	4,0	2,9	4,5	2,2	1,2	**3,5**
Ago	**15:00**	3,1	0,9	2,4	3,1	3,7	2,9	2,6	2,6	2,5	0,8	1,1	3,0	3,0	2,6	2,4	1,9	0,7	**2,3**
	21:00	0,2	0,3	0,6	2,1	1,8	1,0	1,8	1,5	2,1	0,1	0,8	0,9	0,9	1,2	2,2	0,9	0,3	**1,1**
	09:00	5,2	2,6	2,2	5,1	5,4	4,7	4,9	4,4	3,0	1,6	0,6	1,2	1,2	0,6	0,8	1,1	1,1	**2,7**
Set	**15:00**	2,9	1,1	2,2	2,6	2,4	3,1	2,6	2,5	2,1	1,0	0,5	1,0	1,0	1,1	1,0	0,6	0,7	**1,7**
	21:00	0,7	1,4	0,9	2,6	2,6	1,8	1,9	1,5	2,2	0,6	0,6	0,2	0,2	0,5	0,3	0,9	1,1	**1,2**
	09:00	4,7	3,0	3,1	4,0	4,3	4,4	3,1	3,7	2,3	2,8	1,9	2,6	2,6	2,4	2,5	1,5	0,5	**2,9**
Out	**15:00**	2,9	2,5	2,6	3,4	3,0	2,8	3,1	2,6	2,0	2,6	2,1	1,4	1,4	2,1	2,1	2,2	1,0	**2,3**
	21:00	1,7	0,5	1,9	2,4	1,9	1,3	1,0	1,3	1,1	3,1	1,1	1,2	1,2	1,3	1,9	2,3	0,8	**1,5**
	09:00	3,4	3,9	2,2	3,0	3,7	3,8	3,2	2,4	0,5	0,9	0,5	0,5	0,5	1,0	0,2	0,8	0,8	**1,8**
Nov	**15:00**	3,0	3,2	2,3	2,9	2,9	2,3	2,8	2,7	0,7	0,4	1,2	0,6	0,6	0,9	0,6	1,3	0,6	**1,7**
	21:00	1,1	1,0	1,4	1,5	2,5	1,7	1,1	1,1	0,5	0,1	0,4	0,3	0,3	0,9	0,5	0,2	0,5	**0,9**
	09:00	2,3	2,7	2,5	2,2	3,2	2,4	3,0	2,4	2,3	2,2	1,6	1,6	1,6	2,3	0,8	1,2	0,4	**2,0**
Dez	**15:00**	1,8	2,7	2,4	2,9	4,1	2,4	3,7	2,0	2,2	2,7	2,6	2,3	2,3	2,3	0,7	2,8	0,6	**2,4**
	21:00	0,4	0,9	1,1	1,6	1,6	0,9	0,9	1,6	1,3	0,7	1,0	1,3	1,3	0,9	0,2	0,9	0,2	**1,0**

Fonte: LCRH (2012). Org.: Silva (2012).

Tabela 96: Dados climáticos registrados no aterro Sanitário de Uberlândia no dia 05/12/2010.

Hora	Chuva (mm)	Temperatura (°C)	Umidade (%)	Pressão (mbar)
00:00	0,0	22,7	89,2	923,8
00:10	0,0	22,5	91,0	923,7
00:20	0,0	22,8	90,4	923,8
00:30	0,0	22,8	90,2	923,9
00:40	0,0	23,2	90,1	923,8
00:50	0,0	23,2	89,4	923,6
01:00	0,0	22,5	91,0	923,5
01:10	0,0	22,9	92,1	923,4
01:20	0,0	23,5	89,3	923,5
01:30	0,0	23,0	88,5	923,4
01:40	0,0	22,8	89,4	923,4
01:50	0,0	22,9	89,4	923,3
02:00	0,0	22,4	90,9	923,4
02:10	0,0	22,2	92,7	923,5
02:20	0,0	22,4	92,8	923,4
02:30	0,0	22,5	92,0	923,4
02:40	0,0	22,5	91,6	923,4
02:50	0,0	21,9	93,8	923,1
03:00	0,0	21,8	95,0	922,9
03:10	0,0	21,8	95,3	922,7
03:20	0,0	22,0	95,2	922,6
03:30	0,0	21,7	95,3	922,5
03:40	0,0	21,9	95,7	922,4
03:50	0,0	21,9	94,8	922,5
04:00	0,0	21,5	95,7	922,6
04:10	0,0	21,5	96,4	922,5
04:20	0,0	21,9	96,2	922,6
04:30	0,0	22,8	91,4	922,8
04:40	0,0	22,8	88,3	922,8
04:50	0,0	22,8	88,7	922,9
05:00	0,0	23,1	89,4	922,9
05:10	0,0	22,9	88,9	922,8
05:20	0,0	23,0	90,0	922,8
05:30	0,0	23,5	87,6	923,0
05:40	0,0	23,5	87,1	922,8
05:50	0,0	23,0	87,3	922,6
06:00	0,0	22,9	88,3	922,8
06:10	0,0	22,6	89,4	922,9
06:20	0,0	22,3	91,2	922,9
06:30	0,0	22,1	93,1	922,9
06:40	0,0	22,1	92,8	923,0
06:50	0,0	22,3	92,8	923,0
07:00	0,0	22,4	92,3	923,0
07:10	0,0	22,4	92,5	923,3
07:20	0,0	22,3	93,2	923,4
07:30	0,0	22,7	92,7	923,4
07:40	0,0	22,9	92,0	923,5
07:50	0,0	23,1	91,6	923,7
08:00	0,0	23,4	91,2	923,8
08:10	0,0	23,7	90,5	923,9
08:20	0,0	23,9	89,2	923,9
08:30	0,0	23,8	89,7	924,0
08:40	0,0	24,1	90,1	923,9
08:50	0,0	25,1	87,9	924,1
09:00	0,0	25,0	86,0	924,1
09:10	0,0	25,6	84,6	924,2
09:20	0,0	25,8	82,6	924,3
09:30	0,0	25,6	82,7	924,3
09:40	0,0	25,8	82,4	924,3
09:50	0,0	25,8	81,3	924,2
10:00	0,0	26,3	80,8	924,2
10:10	0,0	26,3	78,8	924,2
10:20	0,0	27,5	77,0	924,2
10:30	0,0	28,4	75,0	923,9
10:40	0,0	28,2	72,7	923,5
10:50	0,0	29,2	71,1	923,6
11:00	0,0	29,1	68,9	923,4
11:10	0,0	29,6	67,3	923,3
11:20	0,0	30,4	65,4	923,5
11:30	0,0	31,0	63,7	923,6
11:40	0,0	30,1	61,3	923,5
11:50	0,0	30,4	61,5	923,3
12:00	0,0	30,8	63,6	923,3
12:10	0,0	30,0	62,3	923,2
12:20	0,0	30,6	61,9	923,1
12:30	0,0	30,9	60,7	922,9
12:40	0,0	30,6	61,0	922,8
12:50	0,0	31,7	59,1	922,6
13:00	0,0	30,2	58,9	922,4
13:10	0,0	30,3	60,3	922,4
13:20	0,0	30,3	61,7	922,3
13:30	0,0	30,1	61,5	922,0
13:40	0,0	29,9	62,6	921,9
13:50	0,0	30,1	61,7	921,6
14:00	0,0	29,2	66,3	921,6
14:10	0,4	27,2	75,7	921,4
14:20	0,2	26,8	76,0	921,4
14:30	0,0	28,7	72,4	921,1
14:40	0,0	29,2	72,4	921,0
14:50	0,0	28,4	69,0	921,0
15:00	0,0	28,1	71,5	921,1
15:10	0,0	27,8	72,8	920,9
15:20	0,0	27,8	72,4	920,7
15:30	0,0	27,8	72,0	920,4
15:40	0,0	27,9	72,1	920,4
15:50	0,0	26,9	73,5	920,7
16:00	0,0	25,7	78,1	920,9
16:10	0,2	24,2	82,9	920,7
16:20	0,0	24,3	84,0	921,0
16:30	0,0	23,9	85,0	921,1
16:40	0,0	23,9	86,3	920,7
16:50	0,0	24,5	86,5	920,5
17:00	0,0	25,6	85,0	920,2
17:10	0,0	25,9	81,4	920,3
17:20	0,0	25,6	79,6	920,3
17:30	0,0	25,7	80,3	920,1
17:40	0,0	25,8	80,1	919,8
17:50	0,0	25,8	80,3	919,8
18:00	0,0	25,8	79,9	919,9
18:10	0,0	25,5	81,4	920,1
18:20	0,0	25,5	82,1	920,3
18:30	0,0	25,5	82,5	920,6
18:40	0,0	25,6	83,2	920,6
18:50	0,0	25,4	84,5	920,5
19:00	0,0	25,4	85,9	920,6
19:10	0,0	25,3	86,6	920,9
19:20	0,0	25,0	88,0	921,0
19:30	0,0	24,8	88,8	921,1
19:40	0,0	24,8	89,7	921,3
19:50	0,0	24,6	91,6	921,5
20:00	0,0	24,3	93,2	921,6
20:10	0,0	24,1	94,2	921,5
20:20	0,0	24,1	95,3	921,6
20:30	0,0	23,9	95,5	921,9
20:40	0,0	23,7	95,3	922,0
20:50	0,0	23,8	94,8	922,2
21:00	0,0	24,1	94,0	922,1
21:10	0,0	23,7	94,7	922,3
21:20	0,0	23,7	94,9	922,4
21:30	0,0	23,9	94,4	922,5
21:40	0,0	23,9	94,7	922,7
21:50	0,0	23,8	94,6	922,7
22:00	0,0	23,8	95,4	922,8
22:10	0,0	24,1	95,8	923,0
22:20	0,0	23,9	95,7	923,3
22:30	0,0	23,7	96,2	923,5
22:40	0,0	23,7	96,4	923,5
22:50	0,0	24,0	95,0	923,6
23:00	0,0	24,2	90,7	923,5
23:10	0,0	24,0	89,7	923,6
23:20	0,0	24,0	87,6	924,0
23:30	0,0	24,0	85,6	924,1
23:40	0,0	23,9	85,5	924,3
23:50	0,0	23,8	85,0	924,4
Total/Méd	**0,8**	**25,0**	**84,2**	**922,6**

Fonte: Aterro Sanitário de Uberlândia (2011). Org.: Silva (2012).

Tabela 97: Dados climáticos registrados no aterro Sanitário de Uberlândia no dia 29/10/2011.

Hora	Chuva (mm)	Temperatura (°C)	Umidade (%)	Pressão (mbar)
00:00	0,0	21,3	87,5	923,4
00:10	0,0	21,7	86,4	923,4
00:20	0,0	21,6	84,4	923,3
00:30	0,0	21,9	85,6	923,2
00:40	0,0	21,3	85,4	923,2
00:50	0,0	21,0	86,9	923,2
01:00	0,0	21,0	87,6	923,3
01:10	0,0	20,8	88,0	923,3
01:20	0,0	20,7	88,5	923,2
01:30	0,0	20,6	89,3	923,0
01:40	0,0	20,2	89,7	922,8
01:50	0,0	20,2	90,5	922,7
02:00	0,0	20,1	91,0	922,5
02:10	0,0	19,7	91,3	922,4
02:20	0,0	19,7	92,0	922,4
02:30	0,0	19,8	91,5	922,3
02:40	0,0	19,6	91,5	922,2
02:50	0,0	19,4	92,1	922,2
03:00	0,0	19,3	92,8	922,2
03:10	0,0	19,4	92,2	922,2
03:20	0,0	19,1	92,8	922,1
03:30	0,0	19,3	93,4	922,1
03:40	0,0	19,0	93,2	922,0
03:50	0,0	19,0	93,8	922,0
04:00	0,0	19,3	93,2	922,1
04:10	0,0	19,1	92,6	922,1
04:20	0,0	19,0	93,4	922,0
04:30	0,0	18,8	93,1	922,2
04:40	0,0	18,6	93,6	922,3
04:50	0,0	18,6	94,2	922,3
05:00	0,0	18,6	94,2	922,4
05:10	0,0	18,6	94,6	922,4
05:20	0,0	18,5	94,8	922,5
05:30	0,0	18,5	94,8	922,6
05:40	0,0	18,5	94,9	922,7
05:50	0,0	18,4	95,0	922,9
06:00	0,0	18,4	95,0	922,9
06:10	0,0	18,2	95,5	923,0
06:20	0,0	18,1	95,8	923,1
06:30	0,0	18,3	96,2	923,2
06:40	0,0	18,4	96,2	923,3
06:50	0,0	18,5	95,8	923,4
07:00	0,0	18,6	95,0	923,5
07:10	0,0	19,1	95,2	923,6
07:20	0,0	19,9	93,8	923,8
07:30	0,0	20,8	91,4	923,9
07:40	0,0	21,5	88,3	923,8
07:50	0,0	22,0	86,8	923,9
08:00	0,0	23,1	85,1	924,0
08:10	0,0	24,1	80,9	923,9
08:20	0,0	24,7	77,9	923,8
08:30	0,0	24,9	75,8	923,6
08:40	0,0	26,5	72,3	923,5
08:50	0,0	26,9	69,2	923,3
09:00	0,0	28,2	68,0	922,9
09:10	0,0	28,6	66,2	922,3
09:20	0,0	29,8	63,4	922,1
09:30	0,0	30,2	58,7	922,6
09:40	0,0	31,3	53,9	922,1
09:50	0,0	30,7	52,5	922,1
10:00	0,0	31,0	52,2	922,3
10:10	0,0	31,7	51,1	922,2
10:20	0,0	31,7	50,8	922,0
10:30	0,0	30,7	51,3	921,6
10:40	0,0	31,1	50,5	921,5
10:50	0,0	31,8	48,9	921,4
11:00	0,0	31,0	49,2	921,4
11:10	0,0	31,4	48,6	921,3
11:20	0,0	31,9	48,1	921,2
11:30	0,0	32,3	46,8	921,2
11:40	0,0	32,4	45,2	921,1
11:50	0,0	32,5	44,6	921,0
12:00	0,0	32,1	45,4	920,9
12:10	0,0	33,0	46,0	920,8
12:20	0,0	33,3	45,1	920,5
12:30	0,0	33,0	45,7	920,4
12:40	0,0	33,4	45,1	920,3
12:50	0,0	33,1	45,7	920,2
13:00	0,0	32,5	44,0	920,0
13:10	0,0	32,9	44,1	919,8
13:20	0,0	33,7	42,9	919,5
13:30	0,0	32,9	42,9	919,4
13:40	0,0	34,2	44,0	919,2
13:50	0,0	31,9	45,5	919,0
14:00	0,0	32,5	45,2	918,7
14:10	0,0	33,3	43,6	918,5
14:20	0,0	33,4	43,0	918,3
14:30	0,0	33,6	43,6	917,9
14:40	0,0	34,4	42,2	917,7
14:50	0,0	34,3	41,8	917,5
15:00	0,0	34,2	39,6	917,5
15:10	0,0	33,2	39,4	917,4
15:20	0,0	32,5	40,2	917,3
15:30	0,0	32,4	41,9	917,1
15:40	0,0	31,2	43,0	917,2
15:50	0,0	29,5	53,2	917,8
16:00	0,0	28,0	56,7	918,3
16:10	0,4	22,0	67,1	918,8
16:20	3,0	19,4	86,6	920,5
16:30	3,8	19,3	87,2	919,4
16:40	2,6	19,8	94,6	919,3
16:50	0,8	19,7	93,6	919,5
17:00	0,4	20,0	93,6	919,4
17:10	0,2	19,9	94,6	919,3
17:20	0,0	19,6	90,2	919,6
17:30	0,0	19,5	81,0	919,7
17:40	0,0	21,5	77,1	919,6
17:50	0,0	21,2	77,5	919,5
18:00	0,0	21,0	81,6	919,5
18:10	0,0	21,2	82,0	919,6
18:20	0,0	22,8	74,1	919,9
18:30	0,0	22,1	75,1	920
18:40	0,0	21,0	82,2	920,2
18:50	0,0	21,8	79,7	920,4
19:00	0,0	21,4	76,3	921,2
19:10	0,0	21,1	80,2	921,9
19:20	0,0	21,1	76,4	922,3
19:30	0,0	21,3	77,0	922,6
19:40	0,0	21,7	73,6	922,4
19:50	0,0	22,0	72,6	922,6
20:00	0,0	22,1	71,8	922,5
20:10	0,0	21,9	72,2	922,3
20:20	0,2	21,6	74,8	922,4
20:30	0,0	21,7	77,7	922,5
20:40	0,0	21,8	78,9	922,8
20:50	0,0	21,8	79,1	922,7
21:00	0,0	22,1	77,5	922,4
21:10	0,0	22,1	74,9	922,5
21:20	0,0	22,4	73,7	922,3
21:30	0,0	22,2	74,1	922,4
21:40	0,0	21,5	75,9	922,6
21:50	0,0	21,8	78,5	922,5
22:00	0,0	21,9	78,1	922,4
22:10	0,0	22,2	78,4	922,6
22:20	0,0	21,8	77,3	922,4
22:30	0,0	21,8	78,9	922,4
22:40	0,0	20,7	80,9	922,6
22:50	0,0	20,7	83,0	922,6
23:00	0,0	20,3	84,9	923
23:10	0,0	20,6	84,8	923,5
23:20	0,0	21,1	84,4	923,5
23:30	0,0	20,6	85,8	923,8
23:40	0,0	20,7	83,7	923,9
23:50	0,0	20,5	85,8	924,5
Total/Média	**11,4**	**24,1**	**74,3**	**921,6**

Fonte: Aterro Sanitário de Uberlândia (2011). Org.: Silva (2012).

Tabela 98: Dados climáticos registrados no aterro Sanitário de Uberlândia no dia 30/10/2011.

Hora	Chuva (mm)	Temperatura (°C)	Umidade (%)	Pressão (mbar)
00:00	0,0	20,9	83,7	924,7
00:10	0,0	21,1	82,5	924,7
00:20	0,0	21,2	81,3	924,6
00:30	0,0	20,9	81,5	924,6
00:40	0,0	20,9	82	924,5
00:50	0,0	20,8	82,2	924,5
01:00	0,0	20,6	83,9	924,3
01:10	0,0	20,5	84,9	924,2
01:20	0,0	20,7	85,4	924,1
01:30	0,0	20,8	85,4	924
01:40	0,0	20,6	85,7	923,9
01:50	0,0	20,6	86	924,0
02:00	0,0	20,5	86,4	923,9
02:10	0,0	20,4	86,6	923,9
02:20	0,0	20,3	86,6	923,8
02:30	0,0	20,5	86,7	923,6
02:40	0,0	20,6	87,1	923,6
02:50	0,0	20,5	88	923,5
03:00	0,0	20,3	88,7	923,6
03:10	0,0	20,4	89,2	923,6
03:20	0,0	20,5	88,9	923,1
03:30	0,0	20,6	88,3	922,9
03:40	0,0	20,8	87,9	922,5
03:50	0,0	20,7	86,9	922,4
04:00	0,0	20,7	87,2	922,4
04:10	0,0	20,8	86,3	922,4
04:20	0,0	20,9	85,6	922,4
04:30	0,2	20,6	85,9	922,5
04:40	0,0	20,1	88,6	922,8
04:50	0,0	20,5	89	923,1
05:00	0,0	20,2	89,1	923,3
05:10	0,0	20,5	89,9	923,1
05:20	0,0	20,2	89,3	923,5
05:30	0,0	20,2	88,9	924
05:40	0,0	20,4	89,2	924,4
05:50	0,0	20,1	89,3	924,4
06:00	0,0	20,4	89,9	924,4
06:10	0,0	20,3	89,5	924,3
06:20	0,0	20,2	90,2	924,1
06:30	0,0	19,9	90,2	924,3
06:40	0,0	19,8	91,6	924,4
06:50	0,0	20,0	92,3	924,4
07:00	0,0	19,9	91,4	924,2
07:10	0,0	19,6	91,9	924,2
07:20	0,0	19,5	92,4	924,1
07:30	0,0	19,7	92,5	924,2
07:40	0,0	20,1	91,4	924,3
07:50	0,0	20,8	90,4	924,2
08:00	0,0	20,8	88,6	924,5
08:10	0,0	21,1	87,4	924,6
08:20	0,0	21,0	86,8	924,4
08:30	0,0	21,3	85,8	924,3
08:40	0,0	21,3	85,2	924,2
08:50	0,0	21,7	84	924,4
09:00	0,0	22,1	82,9	924,5
09:10	0,0	22,2	81	924,5
09:20	0,0	23,1	80,4	924,5
09:30	0,0	23,1	78,4	924,3
09:40	0,0	23,9	77,5	924,2
09:50	0,0	24,2	76,3	924,5
10:00	0,0	25,1	75,6	924,5
10:10	0,0	24,9	72,1	924,4
10:20	0,0	24,8	71,4	924,2
10:30	0,0	25,6	71,6	924,2
10:40	0,0	25,6	71,5	924,2
10:50	0,0	26,0	72	924,2
11:00	0,0	26,7	70	924,2
11:10	0,0	26,0	69,6	924,1
11:20	0,0	26,0	68,5	924,0
11:30	0,0	26,6	67,1	924
11:40	0,0	26,9	65,7	923,8
11:50	0,0	26,5	65	923,4
12:00	0,0	27,1	65,8	923,4
12:10	0,0	26,3	65,1	923,4
12:20	0,0	27,4	62,7	923,3
12:30	0,0	27,4	59,7	923,3
12:40	0,0	27,7	59	923,3
12:50	0,0	27,2	59,8	923,2
13:00	0,0	27,3	61	923,2
13:10	0,0	27,2	59,3	923,1
13:20	0,0	27,7	57,2	922,9
13:30	0,0	28,1	54,7	922,7
13:40	0,0	28,0	52,4	922,6
13:50	0,0	28,5	53,1	922,2
14:00	0,0	27,8	54,7	921,7
14:10	0,0	27,6	56,9	921,6
14:20	0,0	27,7	58,7	921,3
14:30	0,0	27,6	53,4	921,4
14:40	0,0	27,2	55,3	921,8
14:50	0,4	21,3	68,5	921,7
15:00	0,4	21,3	84,8	922,4
15:10	0,2	21,6	84,8	922,3
15:20	0,0	22,4	83,5	922,4
15:30	0,0	23,1	84,3	922,5
15:40	0,0	23,0	85	922,6
15:50	0,4	22,8	85	922,5
16:00	0,2	22,5	88,4	922,4
16:10	4,2	19,6	90,9	922,9
16:20	10,8	18,6	96,4	922,7
16:30	4,2	18,2	97,2	922,9
16:40	1,2	18,6	97,8	923,4
16:50	7,2	18,4	98	923,6
17:00	6,0	18,4	98,7	923,6
17:10	2,8	18,4	99	923,4
17:20	0,8	18,6	99,4	923,8
17:30	1,2	18,4	99,4	923,7
17:40	0,8	18,9	99,8	923,4
17:50	0,4	18,8	99,7	923,3
18:00	0,4	18,9	99,7	923,2
18:10	0,0	19,1	99,6	923,0
18:20	0,0	19,2	99,5	923,3
18:30	0,0	19,3	99,4	923,6
18:40	0,0	19,5	99,4	923,5
18:50	0,0	19,6	99,2	923,7
19:00	0,0	19,5	99,3	923,7
19:10	0,0	19,2	99,4	923,8
19:20	0,0	19,1	99,3	923,8
19:30	0,0	19,1	99,2	923,9
19:40	0,0	19,1	99,3	923,9
19:50	0,0	19,2	99,3	924,1
20:00	0,0	19,1	99,2	924,1
20:10	0,0	19,2	99,3	924,0
20:20	0,0	19,2	99,3	924,1
20:30	0,0	19,2	99,7	924,1
20:40	0,0	19,3	99,9	924,0
20:50	0,2	19,3	100	924,1
21:00	0,0	19,3	100	924,1
21:10	0,0	19,3	100	924,1
21:20	0,0	19,2	100	924,2
21:30	0,0	19,4	100	924,4
21:40	0,0	19,3	100	924,6
21:50	0,0	19,3	100	924,6
22:00	0,0	19,3	100	924,6
22:10	0,0	19,3	100	924,7
22:20	0,0	19,5	100	924,7
22:30	0,0	19,3	100	924,8
22:40	0,0	19,3	100	924,9
22:50	0,0	19,3	100	925,0
23:00	0,0	19,3	100	925,1
23:10	0,0	19,4	100	925,2
23:20	0,0	19,2	100	925,3
23:30	0,0	19,4	100	925,3
23:40	0,0	19,4	100	925,3
23:50	0,0	19,3	100	925,2
Total/Média	**42,0**	**21,5**	**85,8**	**923,7**

Fonte: Aterro Sanitário de Uberlândia (2011). Org.: Silva (2012).

Laudo do Laboratório de Climatologia e Recursos Hídricos do evento pluviométrico concentrado em Uberlândia 05/12/2010.

No início da tarde ontem (05/12), ocorreu na cidade de Uberlândia, um forte evento pluviométrico concentrado que atingiu partes do perímetro urbano, principalmente o centro e parte do setor leste: Bairros Santa Mônica, Jardim Finotti, Santa Maria e Saraiva.

O referido evento que estava associado com o forte aquecimento diurno, com a formação de células de convecção e o aparecimento de cumulus nimbus (Cb), provocou além de chuva intensa (36 mm), queda de granizos e uma forte ventania, cujas rajas máximas registradas na Estação Climatológica da Universidade Federal de Uberlândia, no Campus Santa Mônica, foram de 76 km/hora.

Também na mesma tarde, no setor sudeste da cidade de Uberlândia, ocorreu a formação de uma célula de baixa pressão com ventos circulatórios, onde o redemoinho produzido (cone de umidade) chegou a tocar o solo produzindo um levantamento de poeira e outros materiais particulados. Inicialmente pelas imagens gravadas e divulgadas (sobretudo na internet) este fenômeno aparenta ser um mini-tornado de escala F0 na Escala Fujita (65 a 115 km/hora), cuja área de ação horizontal varia no terreno entre 5 e 30 metros aproximadamente. Vale salientar que este fenômeno ainda esta sendo objeto de mais analises para uma melhor caracterização do mesmo.

Uberlândia, 06 de dezembro de 2010

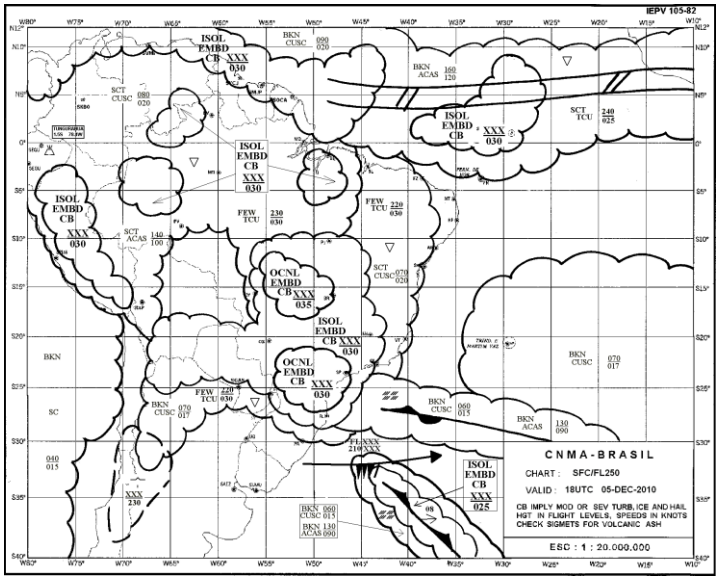
Prof. Dr. Washington Luiz Assunção
Prof. Dr. Paulo César Mendes
Prof. Dr. Luiz Antonio de Oliveira
UFU – Instituto de Geografia
Laboratório de Climatologia e Recursos Hídricos

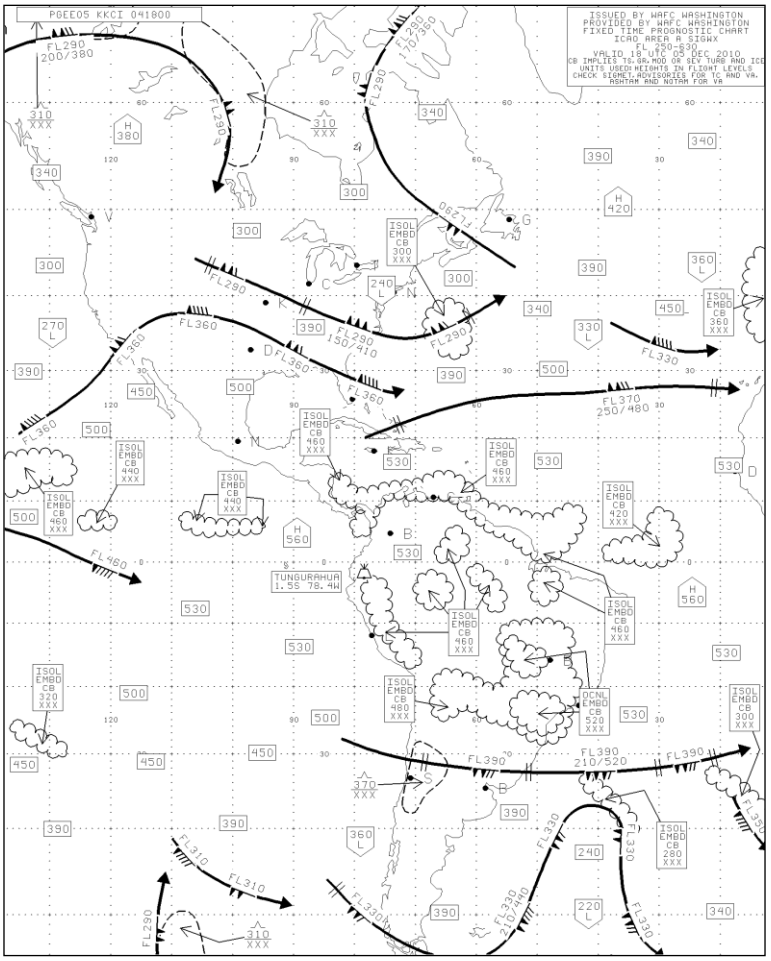
Na data de ontem, 05/12/10 houve em Uberlândia a ocorrência de uma forte, porém rápida tempestade, ocasionando ventos fortes, chuva, granizo e uma espécie de tornado, algo considerado inédito.
Podemos através de alguns produtos meteorológicos, e também com as informações oferecidas pelo CMA (Centro Meteorológico de Aeródromo) de Guarulhos/SP tentar explicar essas ocorrências.
A chuva ocorrida ontem foi ocasionada pelo do calor com a alta umidade em superfície, o que caracteriza totalmente os sistemas convectivos.
Abaixo é possível observarmos que as temperaturas estavam altas, as 14:00Z (12:00 horário de Brasília) marcavam 29ºC (em negrito) na EMS do Aeroporto de Uberlândia, chegando aos 30ºC nas horas seguintes, de acordo com o código meteorológico METAR.

05/12/2010	SBUL	051400Z	06004KT 9999 FEW025 **29**/19 Q1015=
05/12/2010	SBUL	051500Z	24003KT 9999 FEW030 FEW040TCU **30**/19 Q1014=
05/12/2010	SBUL	051600Z	32003KT 9999 SCT030 FEW040TCU **30**/19 Q1013=
05/12/2010	SBUL	051700Z	03009KT 9999 SCT030 FEW040TCU **28**/21 Q1012=
05/12/2010	SBUL	051800Z	32010KT 9999 TS SCT030 FEW040CB **25**/20 Q1012=
05/12/2010	SBUL	051826Z	21012KT 5000 TSRA SCT030 FEW040CB 23/18 Q1012=
05/12/2010	SBUL	051900Z	32004KT 9999 TS FEW030 FEW040CB 24/21 Q1011 RERA=
05/12/2010	SBUL	052000Z	02003KT 9999 FEW030 FEW040TCU 25/21 Q1011 RETS=
05/12/2010	SBUL	052100Z	00000KT 9999 FEW030 FEW040TCU 24/21 Q1012=
05/12/2010	SBUL	052200Z	21001KT 9999 FEW030 FEW040TCU SCT100 24/21 Q1013=
05/12/2010	SBUL	052300Z	32004KT 9999 VCTS FEW030 FEW040CB SCT100 24/22 Q1013=

Porém, ao contrário do que foi constatado em vários setores de Uberlândia, na Estação Meteorológica de Superfície do Aeroporto, as trovoadas não passaram de 1h de ocorrência, e o acumulado de chuva foi de apenas 2,6mm em 1 hora. Certamente a Estação Meteorológica/Climatológica da UFU deve possuir registros mais severos.

A previsão para ontem de acordo com a Rede Meteorológica da Aeronáutica e do CPTEC/INPE era de grandes formações convectivas de nuvens Cumulonimbus, ocasionando fortes pancadas de chuva com trovoadas no fim de tarde.
Abaixo podemos observar na carta de previsão (da superfície até 7,5km verticalmente) confeccionada pelo CNMA (Centro Nacional de Meteorologia Aeronáutica) que a ocorrência de grandes células de nuvens Cumuloninbus era certa. Essas células estariam em nossa troposfera numa altura usual de 90 metros até quase 20km de altura. (deve – se efetuar a conversão de "pés" para km).
Nessa carta observar-se que as localizações das CBs se encontram exatamente na região de SP, MG (inclusive o Triângulo) e a Região do Centro-Oeste. Juntamente com bastante nebulosidade vinda da região Norte, somada de certa forma a ZCAS ou talvez a ZCU – Zona de Convergência de Umidade, (para o CPTEC/INPE há uma pequena diferenciação entre os 2 fenômenos devido ao seu tempo de permanência de atuação).
Nenhuma dessas cartas ou até mesmo imagens de satélite de ontem exibem a atuação de frentes frias ou quentes, pois as frentes se encontravam afastadas do continente, no litoral sul e sudeste.





Fonte: Defesa Civil de Uberlândia, 2012

COMDEC
COORDENADORIA MUNICIPAL DE DEFESA CIVIL - COMDEC

PREFEITURA DE UBERLÂNDIA
NOSSA CIDADE CADA VEZ MELHOR

RELAÇÃO DE OCORRÊNCIAS - PERÍODO JANEIRO A DEZEMBRO DE2011

DATA	OCORRÊNCIA	QUANTIDADE	BAIRRO
01.01.11	Queda de árvore	01	Santa Mônica
01.01.11	Queda de árvore	01	Tubalina
01.01.11	Queda de árvore	01	Lídice
02.01.11	Inundação	01	Morumbi
02.01.11	Inundação	01	Brasil
02.01.11	Inundação	01	Celebridade
05.01.11	Inundação	01	Tibery
07.01.11	Queda de árvore	03	Martins
07.01.11	Queda de árvore	01	Patrimônio
09.01.11	Refluxo de esgoto	01	Residencial Gramado
11.01.11	Destelhamento	01	São Gabriel
11.01.11	Queda de árvore	01	Santa Mônica
11.01.11	Queda de árvore	01	Saraiva
17.01.11	Inundação	01	Daniel Fonseca
17.01.11	Inundação	01	Chac. Val Paraiso
22.01.11	Queda de árvore	01	Tibery
22.01.11	Queda de árvore	01	Centro
30.01.11	Queda de árvore	02	Centro
30.01.11	Queda de árvore	02	Industrial
30.01.11	Queda de árvore	04	Praça do Vasco
30.01.11	Destelhamento	04	Industrial
31.01.11	Refluxo de esgoto	01	Aparecida
31.01.11	Refluxo de esgoto	01	Esquina da Minervina
31.01.11	Refluxo de esgoto	01	Em frente ao teatro
31.01.11	Alagamento	02	João Naves
31.01.11	Alagamento	03	Anselmo Alves
31.01.11	Alagamento	03	Minervina Cândida
01.02.11	Queda de árvore	01	BR 452
01.02.11	Queda de árvore	01	Alto Umuarama
01.02.11	Queda de árvore	01	Martins
10.02.11	Queda de árvore	01	Osvaldo
10.02.11	Queda de árvore	01	Vigilato Pereira
10.02.11	Queda de árvore	02	Tubalina
10.02.11	Queda de árvore	01	Cazeca
10.02.11	Queda de árvore	02	Centro
10.02.11	Queda de árvore	01	Fundinho

10.02.11	Destelhamento	01	Tubalina
13.02.11	Inundação	05	Jardim Botânico
26.02.11	Inundação	01	Lagoinha
26.02.11	Inundação	01	Segismundo Pereira
26.02.11	Inundação	01	Pampulha
26.02.11	Refluxo de esgoto	01	Tibery
26.02.11	Refluxo de esgoto	01	Jardim Aurora
26.02.11	Refluxo de esgoto	01	Brasil
26.02.11	Refluxo de esgoto	01	Roosevelt
04.03.11	Inundação	01	Centro
07.03.11	Queda de árvore	01	Brasil
07.03.11	Queda de árvore	01	Morada da Colina
09.03.11	Destelhamento	01	Jaraguá
17.03.11	Refluxo de esgoto	01	Cruzeiro do Sul
18.03.11	Inundação com lama	01	Pampulha
18.03.11	Inundação com lama	01	Jardim Botânico
18.03.11	Inundação com lama	01	Santa Luzia
18.03.11	Inundação com lama	01	Nova Uberlândia
18.03.11	Inundação com lama	02	Jardim da Colina
18.03.11	Inundação com lama	03	Maravilha
18.03.11	Inundação	01	Santa Luzia
23.03.11	Inundação	01	Roosevelt
02.04.11	Inundação	02	Osvaldo
02.04.11	Queda de árvore	01	Canteiro Central
02.04.11	Alagamento	01	Canaã
02.04.11	Alagamento	02	Centro
02.04.11	Alagamento	01	Jardim Célia
04.04.11	Queda de muro	01	Jardim Patrícia
04.04.11	Queda de muro	02	Pacaembu
04.04.11	Queda de muro	01	Morada da Colina
14.04.11	Inundação	01	Aparecida
19.04.11	Queda de árvore	01	Residencial Gramado
26.04.11	Queda de árvore	01	Bom Jesus
09.06.11	Destelhamento	01	Jardim Brasília
09.06.11	Destelhamento	Vários beirais	Distrito de Tapuirama
09.06.11	Destelhamento	08	Shopping Park
09.06.11	Destelhamento	01	Laranjeiras
09.06.11	Destelhamento	02	Dom Almir
09.06.11	Destelhamento	02	Joana D'arc
09.06.11	Destelhamento	01	Laranjeiras
09.06.11	Destelhamento	02	Celebridade
09.06.11	Destelhamento	01	Jardim Sucupira

Fonte: Defesa Civil de Uberlândia, 2012

09.06.11	Destelhamento	01	Jardim Aurora
09.06.11	Queda de árvore	01	Chácara Tubalina
09.06.11	Queda de árvore	02	Martins
09.06.11	Queda de árvore	01	Joana D'arc
09.06.11	Queda de árvore	01	Morada da Colina
09.06.11	Queda de árvore	01	Luizote
09.06.11	Queda de árvore	01	Cidade Jardim
10.06.11	Queda de árvore	01	Tabajaras
10.06.11	Queda de árvore	01	Jardim Ipanema
10.06.11	Queda de árvore	01	São Jorge
10.06.11	Queda de árvore	01	Jardim das Palmeiras
10.06.11	Queda de árvore	01	Santa Mônica
10.06.11	Queda de árvore	01	Jardim Brasília
10.06.11	Queda de árvore	01	Tibery
14.06.11	Destelhamento	01	Santa Luzia
31/08/11	Queda de árvore	3	Jaraguá
31/08/11	Queda de árvore	1	Dona Zulmira
31/08/11	Queda de árvore	1	N. S. das Graças
01/09/11	Queda de árvore	1	Laranjeiras
11/09/11	Queda de árvore	1	Centro
12/09/11	Queda de árvore	1	Tibery
15/09/11	Destelhamento	1	Shopping Park
26/09/11	Queda de árvore	1	Finotti
28/09/11	Destelhamento	3	Canaã
08/10/11	Queda de árvore	4	Tibery
08/10/11	Queda de árvore	1	Brasil
08/10/11	Queda de árvore	2	Santa Rosa
11/10/11	Queda de árvore	1	Segismundo Pereira
13/10/11	Queda de árvore	1	Lídice
15/10/11	Queda de árvore	1	Segismundo Pereira
15/10/11	Alagamento	1	Segismundo Pereira
15/10/11	Inundação na rua	1	Celebridade
15/10/11	Inundação na rua	1	Sucupira
17/10/11	Queda de árvore	2	Santo Inácio
17/10/11	Inundação	1	Santo Inácio
25/10/11	Queda de árvore	1	Maravilha
29/10/11	Inundação com lama	2	Nova Uberlândia
29/10/11	Inundação com lama	1	Planalto
29/10/11	Inundação com lama	1	Cidade Jardim
29/10/11	Inundação com lama	2	Morada da Colina
29/10/11	Inundação com lama	5	Tubalina
29/10/11	Inundação	2	Shopping Park

Fonte: Defesa Civil de Uberlândia, 2012

29/10/11	Inundação		1	Mansour
29/10/11	Inundação		2	Cidade Jardim
29/10/11	Queda de muro		2	Cidade Jardim
29/10/11	Queda de muro		1	Morada da Colina
29/10/11	Destelhamento		3	Shopping Park
29/10/11	Queda de árvore		2	Jardim das Palmeiras
29/10/11	Queda de árvore		1	Tubalina
29/10/11	Queda de árvore		1	Guarani
30/10/11	Inundação		1	Planalto
30/10/11	Inundação		1	Jardim Europa
30/10/11	Inundação		2	Jardim das Palmeiras
30/10/11	Inundação		1	Jardim Holanda
30/10/11	Inundação		1	Jaraguá
30/10/11	Inundação com lama		1	Tubalina
30/10/11	Inundação da laje		1	Jardim Botânico
31/10/11	Queda de árvore		1	Jardim Holanda
31/10/11	Queda de muro		1	Jardim Europa
31/10/11	Destelhamento		1	Jardim Europa
31/10/11	Destelhamento		1	Jardim das Palmeiras
01/11/11	Inundação com lama		1	Morada da Colina
01/11/11	Queda de árvore		1	Tubalina
01/11/11	Refluxo de esgoto		2	Roosevelt
03/11/11	Queda de Muro		1	Cidade Jardim
04/11/11	Enxurrada invadiu casa		1	Chácaras Tubalina
07/11/11	Queda de árvore		1	Morada da Colina
08/11/11	Queda de árvore		2	Tubalina
08/11/11	Queda de muro		2	Tubalina
08/11/11	Destelhamento		1	Jardim das Palmeiras
09/11/11	Queda de árvore		1	Shopping Park
09/11/11	Queda de árvore		1	Luizote
09/11/11	Queda de árvore		1	Granada
14/11/11	Queda de árvore		1	Aparecida
14/11/11	Queda de árvore		2	Santa Mônica
14/11/11	Inundação e alagamento da via		2	Planalto
14/11/11	Inundação		2	Caseca
14/11/11	Queda de muro		2	Caseca
14/11/11	Inundação com lama		2	Caseca
16/11/11	Queda de árvore		1	Shopping Park
27/11/11	Queda de árvore		3	Morada Nova
27/11/11	Refluxo de esgoto		1	Planalto
30/11/11	Alagamento da rua		1	Planalto
02/12/11	Queda de árvore		3	Martins

Fonte: Defesa Civil de Uberlândia, 2012

05/12/11	Inundação com lama	1	Cidade Jardim
05/12/11	Queda de muro	1	Cidade Jardim
05/12/11	Queda de árvore	2	Morada Nova
15/12/11	Queda de árvore	1	Tabajaras
16/12/11	Alagamento da rua	1	Prosperidade
16/12/11	Refluxo de esgoto	2	Martins
16/12/11	Inundação com enxurrada	1	Martins
16/12/11	Queda de árvore	1	Mansour
17/12/11	Inundação da laje	1	Roosevelt
17/12/11	Refluxo de esgoto	1	Martins
17/12/11	Alagamento	1	Av. Antonio Tomaz Rezende
17/12/11	Alagamento	1	Av.Rondon até Av. Nicomedes
17/12/11	Remoção de massa asfáltica	1	Av.Antonio Tomaz Rezende
17/12/11	Remoção de massa asfáltica	1	Av. Rondon Pacheco
17/12/11	Pane elétrica	3	
18/12/11	Queda de árvore	1	Saraiva
19/12/11	Queda de árvore	1	Caseca
21/12/11	Queda de árvore	1	Santa Mônica
25/12/11	Alagamento com lama na via	1	Morada da Colina
25/12/11	Queda de árvore	1	Tabajaras
25/12/11	Inundação com lama	6	Jardim Botânico
25/12/11	Inundação com lama	1	Tubalina
25/12/11	Inundação com lama	1	
25/12/11	Inundação com lama	4	Morada da Colina
25/12/11	Inundação com lama	3	Santa Maria
25/12/11	Inundação com lama	1	Tabajaras
25/12/11	Queda de muro	5	Jardim Botânico
25/12/11	Inundação	1	Jardim Botânico
25/12/11	Inundação	1	Jaraguá
25/12/11	Inundação	2	Lídice
25/12/11	Refluxo de esgoto	1	Jardim Botânico
25/12/11	Queda de árvore	1	Santa Mônica
25/12/11	Queda de árvore	2	Tubalina
25/12/11	Queda de árvore	1	Patrimônio
25/12/11	Queda de muro	3	Morada da Colina
26/12/11	Inundação	1	Cidade Jardim
26/12/11	Queda de árvore	1	Tubalina
26/12/11	Queda de muro	1	Tubalina
26/12/11	Inundação com lama	1	Tubalina
27/12/11	Inundação com lama	1	Brasil
30/12/11	Queda de árvore	1	Custódio Pereira
31/12/11	Refluxo de esgoto	1	Martins

Fonte: Defesa Civil de Uberlândia, 2012