

## CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA: UMA CONTRIBUIÇÃO METODOLÓGICA AO ESTUDO DO COMPORTAMENTO PLUVIOMÉTRICO NAS CIDADES

**Paulo Cezar Mendes**

Professor Dr. do Instituto de Geografia da UFU  
[pcmendes@ig.ufu.br](mailto:pcmendes@ig.ufu.br)

**Antonio Giacomini Ribeiro**

Professor Dr. do Instituto de Geografia da UFU  
[giacomini@ufu.br](mailto:giacomini@ufu.br)

### RESUMO

Este artigo é uma síntese da dissertação de mestrado intitulada “Gênese e Estrutura Espacial das Chuvas na Cidade de Uberlândia-MG” que, baseada nos preceitos da Climatologia Geográfica, buscou a compreensão da gênese das chuvas na cidade de Uberlândia por meio de interpretação de cartas sinóticas e da análise rítmica; a estrutura espacial das chuvas, por meio da instalação de uma rede de 30 pluviômetros e de uma série de mapas que representassem a distribuição das chuvas no perímetro urbano da cidade. Os dados obtidos demonstraram que o comportamento das chuvas na cidade de Uberlândia, é fortemente condicionado pelo ritmo de sucessão dos sistemas atmosféricos, principalmente a Frente Polar (IT) e as Linhas de Instabilidade (IT), responsáveis em grande parte pela distribuição, altura e também, deslocamento das precipitações na cidade de Uberlândia-MG.

**Palavras chave:** chuva, gênese, estrutura, cidade.

## GEOGRAPHICAL CLIMATOLOGY: A METHODOLOGICAL CONTRIBUTION TO THE STUDY OF BEHAVIOR RAIN IN CITIES

### ABSTRACT

This article is a summary of the dissertation titled “Genesis and structural forms of rains in Uberlândia-MG” that, based on the precepts of Geography Climatology, search a comprehension of the genesis of rain process in Uberlândia City, by the interpretation of sinotic cards and the analyses of the rhythm; the structural forms of rains, by the installation of a net composed by 30 pluviometers and a series of maps that represent the distribution of rains all around the urban area. The adquired information shows that the motion of rains in Uberlândia is strongly conditioned by the rhythm of changing of the atmospheric systems, mainly the polar front (PF) and the instability lines (IL) responsible in a great part for the distribution, measure and also the movements of this kind of precipitation in Uberlândia-MG

**Key words:** rain, genesis, structural, city.

### INTRODUÇÃO

Os fenômenos naturais, principalmente os relacionados com a atmosfera, quando se apresentam como eventos extremos, como calor ou frio em excesso, ou ainda estiagens ou precipitações fora dos padrões normais, levam sociedades despreparadas a enfrentar sérios problemas, muitas vezes catastróficos, que repercutem negativamente no bem-estar das populações, principalmente das que habitam as grandes cidades.

---

Recebido em 21/08/2009

Aprovado para publicação em 31/08/2009

As cidades representam as maiores e mais significativas modificações que o homem faz na superfície do planeta. Apesar de existirem vários estudos sobre elas, é raro que os resultados produzidos por esses estudos sejam aplicados diretamente no planejamento e na modelagem da cidade, com o desígnio de impedir que as cidades se tornem tão vulneráveis diante dessas situações extremas. Essa vulnerabilidade deve ser entendida, segundo Ayoade (1991), como a medida pela qual uma sociedade é suscetível de sofrer por causas climáticas.

Dessa forma, quando se relacionam eventos climáticos extremos como, por exemplo, grandes precipitações em um curto período de tempo em uma área impermeabilizada, observa-se que são raros os casos em que as cidades são replanejadas para se tornarem menos vulneráveis a essas atuações climáticas críticas.

A resiliência, que segundo Ayoade (1991) é a habilidade de uma sociedade em “recuar” quando adversamente afetada por impactos climáticos, só ocorre em curtos espaços de tempo, após uma catástrofe que repercuta na população de maneira significativa. Ao término desse período, quando as atividades exercidas pela sociedade retomam seu ritmo normal, pouco a pouco essa mesma população começa a repetir as mesmas atitudes que deram origem aos problemas passados, produzindo um círculo vicioso, que lentamente deteriora a qualidade de vida da população.

No Brasil, não são raros relatos, nos meios de comunicações, de catástrofes relacionadas com fenômenos atmosféricos. Dentre estas, as chuvas concentradas estão assumindo uma posição de destaque, principalmente nos centros urbanos, devido às suas grandes áreas impermeabilizadas, que dificultam ou até mesmo impedem a infiltração da água no solo, agravando o escoamento superficial.

Em seu livro “As Tempestades”, Bell (1963) faz a seguinte observação: “uma chuva concentrada de 40,0mm, com duração de tempo de 30 minutos em uma área de 2 quilômetros quadrados, pesaria mais de 90 mil toneladas”. Utilizando-se essa observação como referência, não é difícil imaginar os estragos que essa água causaria precipitando-se em uma área urbana despreparada para tal situação, como por exemplo asfaltos arrancados, árvores derrubadas, carros destruídos, casas alagadas, dentre outros. A mesma chuva, citada anteriormente, na mesma área de 2 quilômetros quadrados, produz um volume de  $80.000\text{m}^3$  no tempo de 30 minutos. Caso a infra-estrutura de escoamento não seja capaz de dar vazão a este volume, as conseqüências serão catastróficas.

A cidade de Uberlândia, localizada no estado de Minas Gerais, está se inserindo neste contexto, pois a existência de grande área impermeabilizada, asfaltada e ocupada pelas construções, somada à canalização dos córregos e à remoção da cobertura vegetal, diminui ano a ano a área de infiltração. Assim, com o passar do tempo, a cidade torna-se extremamente vulnerável às precipitações concentradas, cuja altura necessária para causar impactos vem caindo nos últimos anos, à medida que aumenta a população urbana da cidade.

A vulnerabilidade da cidade aumenta com o seu próprio crescimento acelerado, pois as obras de infra-estrutura do escoamento pluvial não acompanham o crescimento populacional e o aumento da área impermeabilizada. Assim, como conseqüência, os dados indicam que, a cada ano que passa, uma chuva de igual intensidade possui, hoje, maior potencial de impacto que no ano passado.

Neste contexto, esse trabalho objetivou o entendimento da gênese e da estrutura espacial das chuvas sobre a cidade de Uberlândia, contribuindo para adoção de medidas de curto e longo prazos, desde aquelas relacionadas com a defesa civil, quando da ocorrência de chuvas excepcionais, até o planejamento obras de infra-estrutura, destinadas ao escoamento pluvial.

Este trabalho buscou ainda, no que diz respeito ao planejamento, colaborar para uma melhor forma do uso e ocupação do solo urbano, e também, para o desenvolvimento de projetos mais precisos voltados à implantação de obras de infra-estrutura dedicadas ao escoamento das águas pluviais.

## **METODOLOGIA**

Para o entendimento do comportamento e da distribuição das chuvas sobre a cidade foram montados e monitorados, em Uberlândia, cerca de 30 pluviômetros (CARTOGRAMA 01), atingindo no perímetro urbano a densidade foi de um pluviômetro por  $7,3\text{ Km}^2$  e, na área urbana e entorno, uma densidade de 1 pluviômetro por  $11,7\text{ Km}^2$ , que possibilitou, após a coleta e análise dos dados, comparar diferentes formas de distribuição temporal e espacial das chuvas ocorridas, localizadas no período de setembro de 1999 a abril de 2000.

Segundo os autores Zatlé-Podam (1991), Schilling (1991) apud Azevedo (1996), para áreas urbanas e sua periferia imediata, a densidade ideal da rede pluviométrica é de ordem de um por Km<sup>2</sup>. Essa alegação defendida está baseada em três fatores principais: o primeiro é que o adensamento das atividades humanas e o uso do solo peculiar nas áreas urbanas modificam, na escala local, os atributos da baixa atmosfera. Há uma concentração maior de núcleos de condensação, maior rugosidade da superfície e evidências de que a temperatura seja maior em relação ao entorno.

O segundo fator é que deve haver um incremento na frequência e intensidade das chuvas convectivas, o que, em si, já é uma justificativa para haver um adensamento das redes pluviométricas. O terceiro e último fator observa se as modificações da baixa atmosfera em função da presença das cidades forem realmente significativas; conforme elas crescem, as interferências devem ser maiores. Assim, quanto maiores forem o núcleo urbano e suas atividades, maiores serão as modificações na baixa atmosfera. Contudo, mesmo ciente da necessidade de um número maior de pontos de amostragem, as dificuldades operacionais e também econômicas impossibilitaram a formação de uma rede de pluviômetros que seguissem os padrões recomendados por Zatlé-Podam (1991) e por Schilling (1991) apud Azevedo (1996).

Dos pluviômetros monitorados, quatro já estavam em operação, sendo eles: o da Estação Climatológica da UFU, AMVAP (Associação dos Municípios do Vale de Paranaíba), 5º Distrito de Meteorologia instalado no Parque do Sabiá, e por último o pluviômetro do Departamento de Aviação, administrado pela INFRAERO, a cujos dados coletados não conseguimos ter acesso.

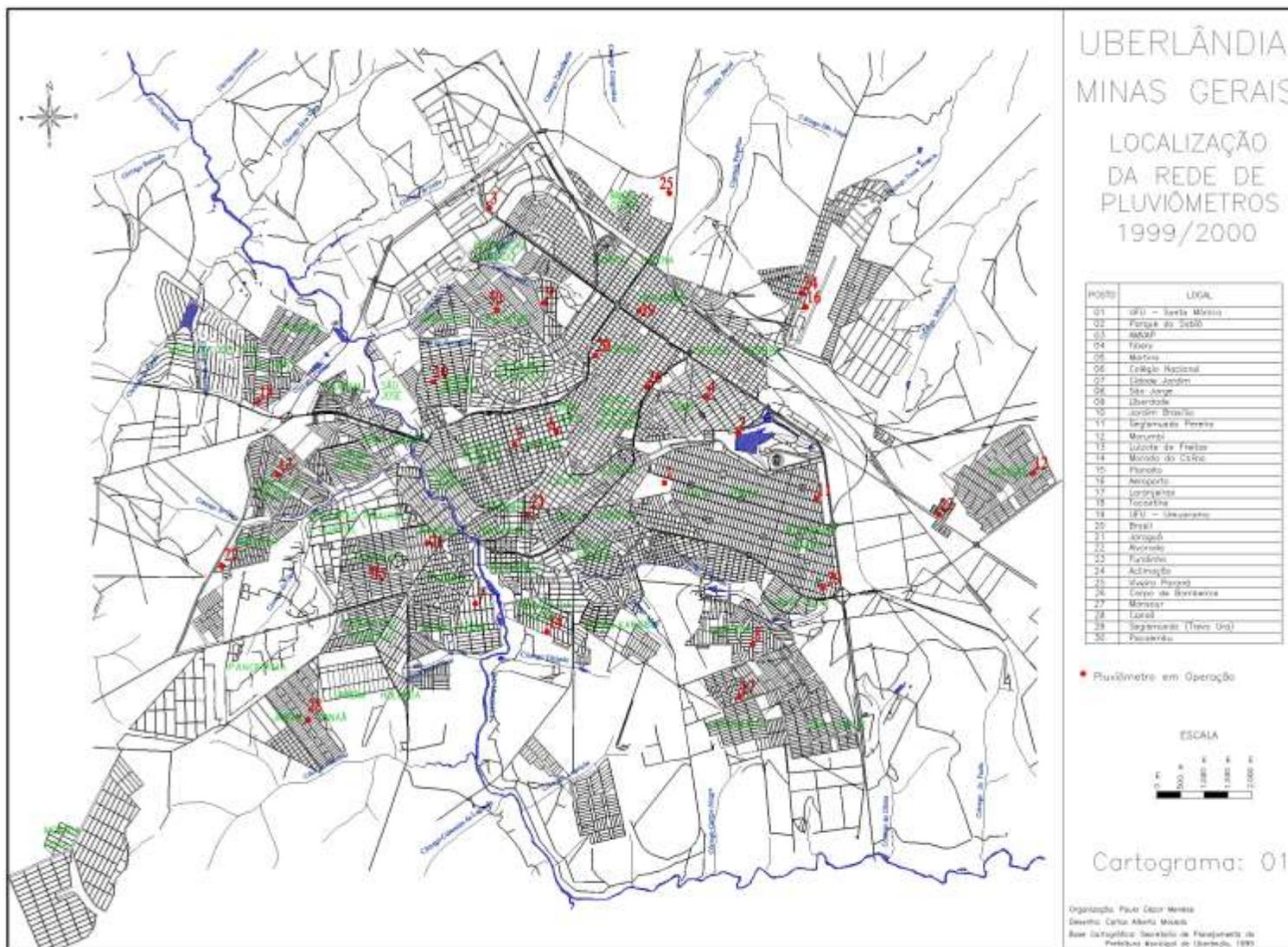
Os pluviômetros são de fabricação do Laboratório de Climatologia e Recursos Hídricos do Departamento de Geografia da UFU, e foram instalados em situação padrão (1,50m do solo) no Corpo de Bombeiros e no quintal de residências de pessoas que se disponibilizaram a fazer a coleta das precipitações, onde não houvesse obstáculos para a captação da água da chuva.

Além do pluviômetro, cada ponto de coleta era composto por uma planilha de anotação e também uma pipeta graduada de 500ml. Vale salientar que todas as pessoas envolvidas nas coletas receberam treinamento de como operar e fazer as anotações da altura da chuva coletada no pluviômetro. A coleta dos dados foi efetuada diariamente, no período de 01/09/99 a 30/04/2000, às 9:00h, correspondendo à altura de chuva (mm) precipitada em 24 horas. Excepcionalmente, quando ocorreu um evento pluviométrico de maior intensidade, a coleta foi executada após o encerramento da precipitação, para medição da intensidade e duração da chuva.

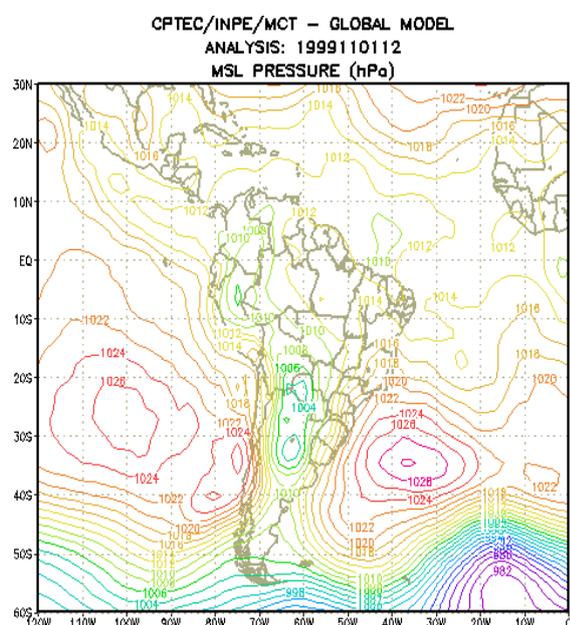
É sabido que a medida da altura da água da chuva precipitada e coletada no pluviômetro representa apenas uma pequena amostra do que ocorreu no seu entorno, e que muitas vezes essa amostra, que é uma tentativa de aproximação da realidade, pode não condizer com a real distribuição temporal e espacial da chuva no entorno do ponto de amostragem. Além dessa problemática, vale ainda salientar sobre a confiabilidade dos dados coletados, que mesmo tendo as pessoas responsáveis pelas observações recebido treinamento para tal atividade, ainda assim são passíveis de erros de leitura. Desta forma os resultados obtidos através das análises dos dados coletados são ensaios que buscam uma aproximação da realidade e não uma exposição fiel sobre ela.

Os dados coletados pelos pluviômetros foram tratados de forma estatística, servindo como base para a confecção de gráficos de análise rítmica, tabelas de tempo e altura das precipitações e cartogramas de isoietas (vide exemplo CARTOGRAMA 02), das principais precipitações ocorridas no espaço urbano, o que possibilitou a visualização, a compreensão e a demonstração da distribuição temporal e espacial das chuvas no espaço urbano da cidade.

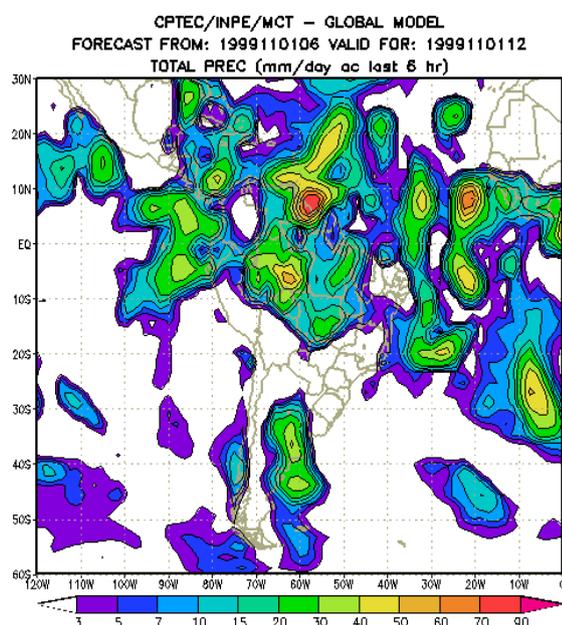
No que diz respeito à seleção dos episódios e também das precipitações diárias, foram montados, a partir dos dados produzidos pela Estação Climatológica da UFU, gráficos mensais da altura das chuvas acumuladas em 24h, que possibilitaram, tendo como critério a duração do episódio e a altura das precipitações, a seleção dos episódios mais significativos. Quanto à seleção das precipitações diárias, estas foram escolhidas tendo como base a sua intensidade, altura máxima atingida em 24h e impacto físico ambiental associado. Assim, os episódios escolhidos foram os de 06 a 15 de novembro de 1999, 20 de dezembro de 1999 a 08 de janeiro de 2000 e de 16 a 22 de março de 2000. As precipitações diárias intensas selecionadas foram as do dia 09 de novembro de 1999 e do dia 03 de janeiro de 2000. Valendo salientar, que os episódios selecionados e também as precipitações diárias estão compreendidas nos meses de setembro, outubro, novembro, dezembro, janeiro, fevereiro, março e abril, ou seja, o período selecionado para análise, no qual estão compreendidas as estações de primavera/1999 e verão 1999/2000.



Para complementar a análise da dinâmica climática da área de estudo, foram coletadas diariamente cartas sinóticas de pressão e precipitação (FIGURAS 01 e 02) do CPTEC/INPE, via Internet, que foram analisadas e relacionadas com os dados climatológicos de superfície coletados na Estação Climatológica da UFU e, também, com o comportamento e distribuição das chuvas na cidade de Uberlândia, resolvendo o problema do entendimento e comportamento dos elementos climáticos e o acompanhamento rítmico das chuvas concentradas.



Fonte: CPTEC/INPE, 1999.



Fonte: CPTEC/INPE, 1999.

FIGURA 01 - América do Sul: carta sinótica de pressão, 1999

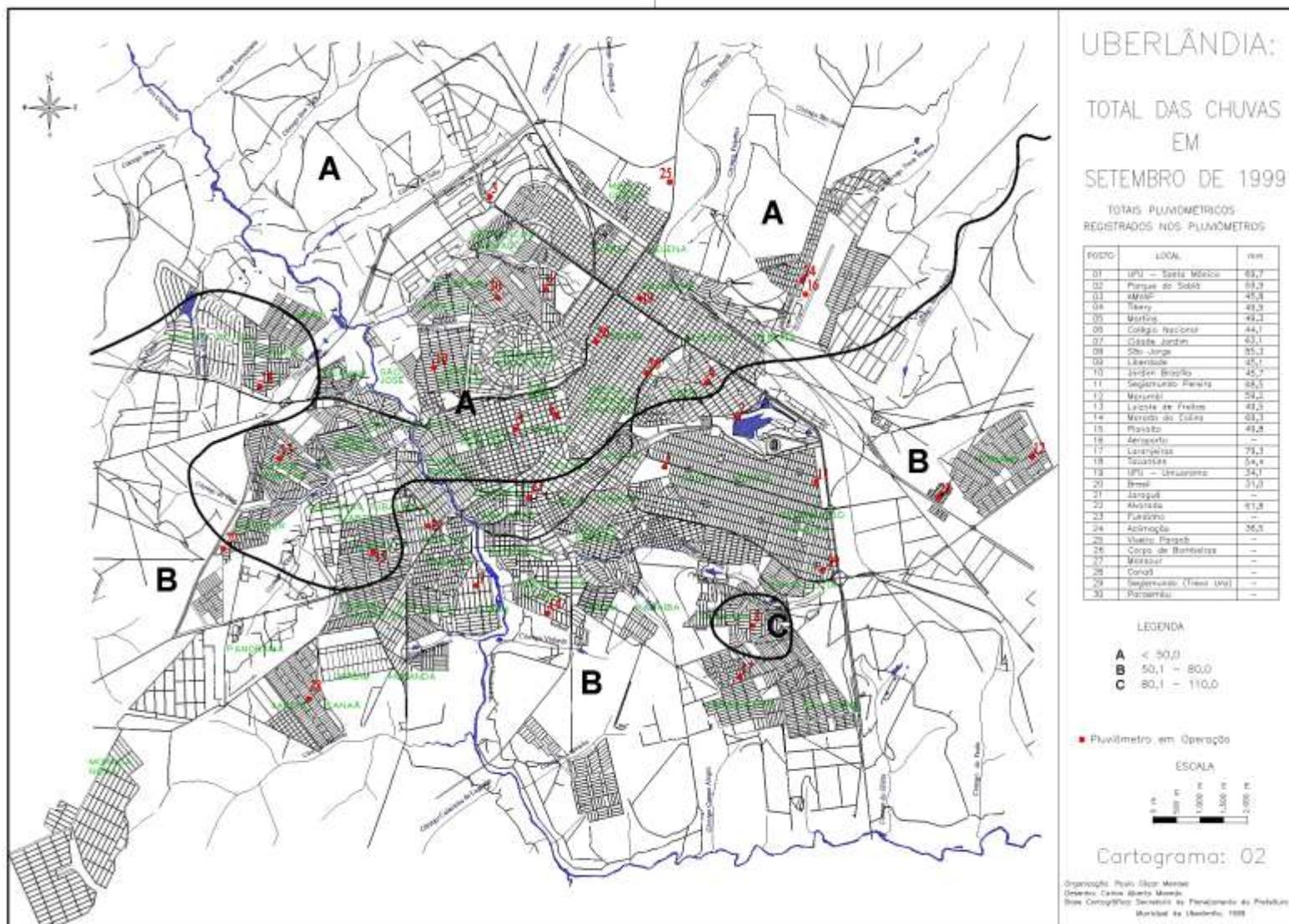
FIGURA 02 - América do Sul: carta sinótica de precipitação, 1999

Para a caracterização das condições climáticas da área de estudo buscou-se, em nível de escala, descrever inicialmente a circulação da atmosfera na América do Sul e posteriormente em Minas Gerais e Uberlândia, resolvendo assim o problema de entendimento da dinâmica climática que influencia e determina o comportamento climático sobre Uberlândia.

Quanto ao referencial teórico e metodológico para o desenvolvimento deste trabalho foi elaborada uma ampla revisão bibliográfica relacionada com o objeto de estudo, que além de nortear a pesquisa no que diz respeito à forma de abordagem serviu também para dar sustentação teórica ao trabalho.

Sobre a intensidade das precipitações e o seu comportamento sobre a cidade foram feitos trabalhos de campo após as chuvas mais intensas e também acompanhamento de artigos nos jornais locais sobre os estragos produzidos, o que possibilitou a obtenção de dados complementares para análise e caracterização dos episódios de chuvas.

No desenvolvimento desta pesquisa foram utilizados também, materiais produzidos e resultados já alcançados em pesquisas realizadas anteriormente, voltados ao estudo das chuvas em Uberlândia, que forneceram subsídios e até mesmo uma melhoria em relação à base técnica, teórica e prática para lidar com essa nova linha de trabalho de forma mais segura e eficiente.



Como exemplo de material produzido tem-se um grande acervo de fotos, que retratam os principais danos causados pelas chuvas na cidade nos últimos 20 anos; uma coletânea de artigos de um dos jornais locais, referentes a esse tema; gráficos de análise rítmica dos elementos climatológicos dos períodos chuvosos mais significativos e um banco de dados das informações climatológicas coletadas no 5º Distrito de Meteorologia e da Estação Climatológica da UFU.

Para auxiliar o entendimento da dinâmica climática sobre a área de estudo foi elaborado, também, um cartograma de análise rítmica dos elementos climatológicos referentes ao período selecionado, tendo como base para sua elaboração os trabalhos elaborados por Monteiro entre as décadas de 50, 60, 70, 80 e 90, que parte do princípio de que o ritmo climático deve ser compreendido por meio de representação das informações meteorológicas coletadas diariamente na superfície, de forma associada à circulação atmosférica regional, possibilitando assim a identificação dos estados atmosféricos que se sucedem e que constituem a base do ritmo.

Os dados utilizados para construção do gráfico de análise rítmica foram adquiridos junto ao Laboratório de Climatologia e Recursos Hídricos da UFU, responsável pela operação e manutenção da Estação Climatológica instalada no Campus Santa Mônica. Esse cartograma, associado aos dados de pluviosidade, solucionou os problemas referentes à compreensão do comportamento e do ritmo dos elementos climáticos, durante o período selecionado para análise.

Em relação à eleição dos episódios para análise foi feita através da observação dos gráficos mensais da altura das chuvas acumuladas em 24h. Foram utilizados, concomitantemente para análise, o gráfico de análise rítmica, gráficos de precipitação diária acumulada, dados pluviométricos registrados nas fitas do pluviógrafo da Estação Climatológica da UFU, cartas sinóticas de precipitação pressão.

As informações meteorológicas lançadas no gráfico de análise rítmica, com exceção dos sistemas atmosféricos definidos a partir da interpretação das cartas sinóticas, são oriundos da Estação Climatológica da UFU, valendo ressaltar que a sua coleta ocorreu sistematicamente às 9:00h, 15:00h e 21:00h.

Sobre a análise rítmica, trabalhada por Monteiro (1971), que ela ainda é considerada, atualmente, como uma das maiores contribuições da climatologia brasileira no que diz respeito à análise e entendimento do comportamento do clima baseado em ritmo, sucessão e identificação dos estados atmosféricos, ou seja, os tipos de tempo. Ela se fundamenta na representação e correlação dos dados diários dos tipos de tempo registrados na superfície, com a circulação atmosférica em nível regional, possibilitando assim a identificação e entendimento da sucessão dos estados atmosféricos que ocorrem em um determinado local.

Nesta conjectura, o gráfico de análise rítmica de todo o período selecionado para análise, ou seja, do dia 01 de setembro de 1999 a 30 de abril de 2001, foi utilizado como base fundamental para o entendimento da gênese e sucessão dos tipos de tempo em Uberlândia. Para o cumprimento de tal fim, foi elaborada e descrita uma análise quantitativa dos elementos climáticos nele representados, que possibilitou uma visão geral do ritmo climático sobre a área de estudo. A exceção da utilização das informações fornecida pelo gráfico de análise rítmica corresponde somente aos dados de chuva durante os episódios selecionados para análise, visto que foram utilizados os dados fornecidos pelo pluviógrafo da Estação Climatológica da UFU, que permitiu um maior detalhamento das precipitações.

Segundo Ribeiro (1975), os sistemas atmosféricos mostram, no decorrer dos dias variações subordinadas a fatores que regem a circulação geral da atmosfera. Portanto, a duração e a intensidade dos centros de ação e frentes correlacionam-se principalmente ao mecanismo gerador das estações do ano, conferindo-lhes um determinado regime de força e duração de

acordo com a sazonalidade.

Assim, neste trabalho, a seqüência completa dos sistemas atmosféricos ficou definida como sendo a duração do tempo transcorrido entre a passagem de uma frente e outra, como afirma Ribeiro (1975, p.29), “é com a passagem frontal que ocorrem os eventos climáticos de maior impacto na paisagem geográfica: a brusca alteração da temperatura e a ocorrência de episódios pluviais significativos”. A busca do entendimento da seqüência normal dos sistemas atmosféricos foi detalhada após a caracterização e a quantificação individualizada dos sistemas atmosféricos e dos tipos de tempo.

Neste trabalho a descrição da seqüência dos tipos de tempo teve um enfoque quantitativo da participação dos diferentes sistemas atmosféricos que atuaram sobre Uberlândia e suas contribuições para a configuração dos tipos de tempo, com ênfase nas chuvas durante o período selecionado para análise, como mostra QUADRO 01.

Deste modo, foram identificados em Uberlândia, durante o período analisado cinco sistemas atmosféricos, organizados da seguinte forma:

- *Sistemas produtores de instabilidade*: Sistema Frente Polar (FP); Sistema Pré-Frontal (IT), relacionado às Linhas de Instabilidade; e sistema Pós-Frontal (TC), relacionado à Baixa do Chaco.
- *Sistemas produtores de estabilidade*: Sistema Massa Polar (MP) e Sistema Tropical Atlântica continentalizada (TAc)

As participações desses sistemas, suas contribuições para a formação de chuvas e a altura total das pluviosidades produzidas por cada um podem ser observadas nos GRÁFICOS 01, 02 e 03.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Ao término do trabalho, destacam-se as conclusões relacionadas à gênese e à estrutura espacial das chuvas na cidade de Uberlândia, que serão abordadas de forma conjunta, uma vez que o entendimento delas foi o objetivo principal desse estudo. A investigação da gênese espacial das chuvas em Uberlândia, no período selecionado para análise, demonstrou, em relação aos sistemas atmosféricos, um certo equilíbrio em termos de atuação, possibilitando numericamente agrupar os sistemas em duas classes: mais atuantes e menos atuantes.

Na classe dos mais atuantes pode-se inserir a FP e a IT, como sistemas formadores de instabilidades, e a TAc, como sistema produtor de estabilidade, onde cada sistema atuou em média, respectivamente, com 35,8% 25,1% e 27,6%. O equilíbrio em relação à produção de chuvas também se manteve em relação à FP e à IT, que juntas foram responsáveis por mais de 90% da altura da chuva precipitada em todo o período selecionado. Já a TAc, mesmo sendo classificada como um dos sistemas produtores de estabilidade, conseguiu produzir 4,9% da chuva precipitada. Na classe dos menos atuantes, por sua vez, pode-se destacar a TC e a MP, sendo classificados, respectivamente, como sistema produtor de instabilidade e estabilidade.

A TC teve uma participação pouco significativa nesse período, que durou 243 dias, no qual ela esteve presente em 10, o que significa um índice de apenas 4,1%. Essa participação foi menor ainda nos dias chuvosos e na altura de chuvas produzidas por cada sistema. Dos 116 dias chuvosos ela esteve presente em 2, o que dá um índice de apenas 1,7%. Quanto à altura da chuva produzida, a TC foi de apenas 4,5mm, o que corresponde a 0,3% da altura da chuva precipitada.

QUADRO 1  
 Uberlândia: período selecionado para análise - Sequência normal dos sistemas atmosféricos

		DIAS DE ATUAÇÃO																									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
1	FP	FP	FP	FP	FP	FP	FP	FP	TAc																		
2	FP	FP	IT	IT	IT																						
3	FP	FP	FP	MP	MP	TAc	TAc	TAc	TAc	TAc																	
4	FP	FP	FP	FP	MP	MP	IT																				
5	FP	TAc	TC																								
6	FP	IT	TAc	TAc	TAc																						
7	FP	FP	FP	IT																							
8	FP	TC	MP																								
9	FP	IT	IT																								
S	FP	IT	TC	TAc	TAc																						
E	FP	FP	FP	FP	FP	FP	FP	IT																			
Q	FP	FP	MP	IT	IT	MP	MP	TAc	TAc	TAc	TAc	TC	IT	MP	TC	TC	IT	IT	MP	TC	TAc	TAc	TAc	TAc	TAc	IT	
U	FP	FP	FP	FP	FP	FP	FP	IT	IT	IT	MP	MP	TAc	TAc	TAc	TAc											
Ê	FP	FP	FP	FP	MP	IT	IT	IT	IT	IT																	
N	FP	FP	FP	FP	FP	MP	IT	TAc	TAc	TAc	TAc	TC	TC	TC	TC												
C	FP	FP	FP	IT	IT	TAc	IT																				
I	FP	FP	FP	FP	FP	FP	FP	FP	FP	FP	FP	FP	IT	IT	IT	IT	IT	IT	IT	IT	IT	TAc	TAc				
A	FP	FP	FP	TAc	IT	IT	IT	IT	TAc																		
19	FP	FP	FP	IT	IT	IT	IT	IT	IT	TAc	TAc																
20	FP	FP	FP	IT	IT	IT	IT	TC	TAc	IT	IT	IT	IT	IT	IT	TAc	TAc	TAc	TAc								
21	FP	FP	TAc																								
22	FP	FP	IT	IT	IT																						
23	FP	FP	FP	IT	TAc	TAc	TAc	TAc	TAc	TAc	TAc																
24	FP	FP	FP	IT	TAc																						
25	FP	FP	FP	MP	MP	MP	MP	TAc	TAc	TAc	TAc	TAc	TAc														
(mm)	206,3	191,3	154,1	191,7	155,4	102,3	104,5	140,4	67,5	11,5	62,5	31,0	4,1	47,4	43,0	97,0	84,8	39,6	7,0	1,6	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	3,8	
FP	25	20	16	7	5	4	4	2	1	1	1	1															
IT		3	3	9	7	4	6	5	3	3	2	1	3	2	2	1	2	2	1	1						1	
TC		1	1					1						1	1	2	2										
MP			2	2	4	4	2					1	1	1					1								
TAc		1	2	3	4	3	3	6	7	6	5	2	1	1	1	2	2	1	1	1	2	2	1	1	1		
NDC	10	18	11	14	9	8	6	8	5	2	6	2	3	3	3	3	3	1	2	1	1	0	0	0	0	1	
TD	25	25	25	21	20	15	15	13	11	10	8	6	6	5	5	5	4	3	3	2	2	2	1	1	1	1	
Mm/NDC	20,6	10,6	14,0	13,7	17,3	12,8	17,4	17,6	13,5	5,8	40,4	15,5	1,4	15,8	14,3	32,3	28,3	39,6	3,5	1,6	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	3,8	
	FP	FP	FP	IT	IT	FPITMP	FPIT	TAc	TAc	TAc	TAc	TAc	IT	IT	ITTC	TC	TAc	IT	TAc	IT	ITMPTAc	ITTAc	TAc	TAc	TAc	IT	
	Resfriamento	Transição					Tropicalização										-	Continentalização									

Legenda: FP - Frente Polar / IT - Linha de Instabilidade / TC - Tropical Continental / MP - Massa Polar / TAc – Tropical Atlântica Continentalizada / NDC - Número de dias Chuvosos / TD - Total de dias. Org.: MENDES, P. C., 2000.

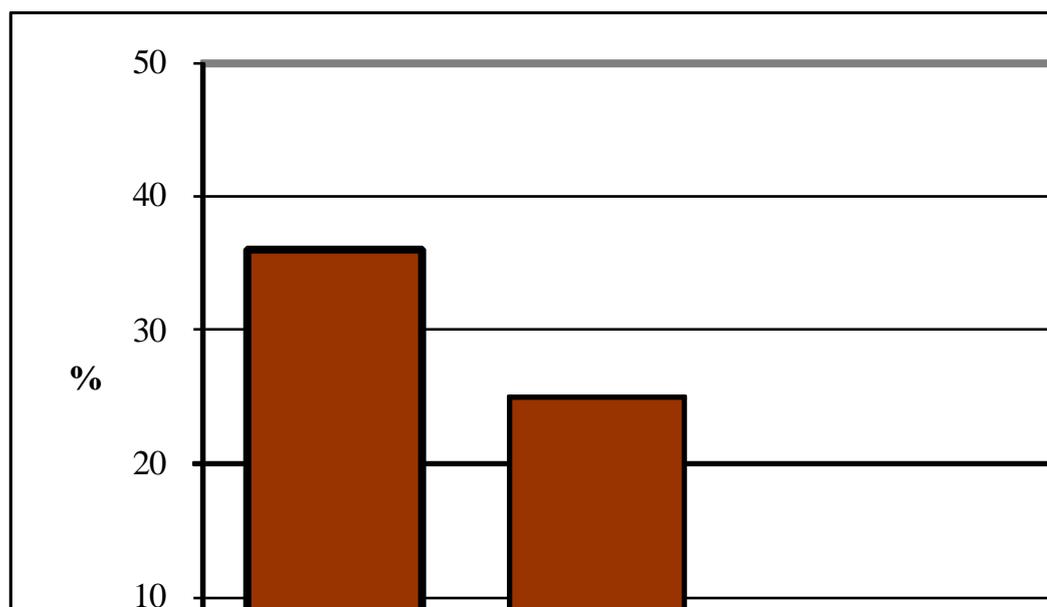


GRÁFICO 1 - Uberlândia: participação percentual dos sistemas atmosféricos na constituição dos tipos de tempo no período selecionado para análise (01/09/99 a 31/04/00)

Fonte: Dados brutos provenientes do CPTEC/INPE, 1999. Org. MENDES, P. C., 2000.

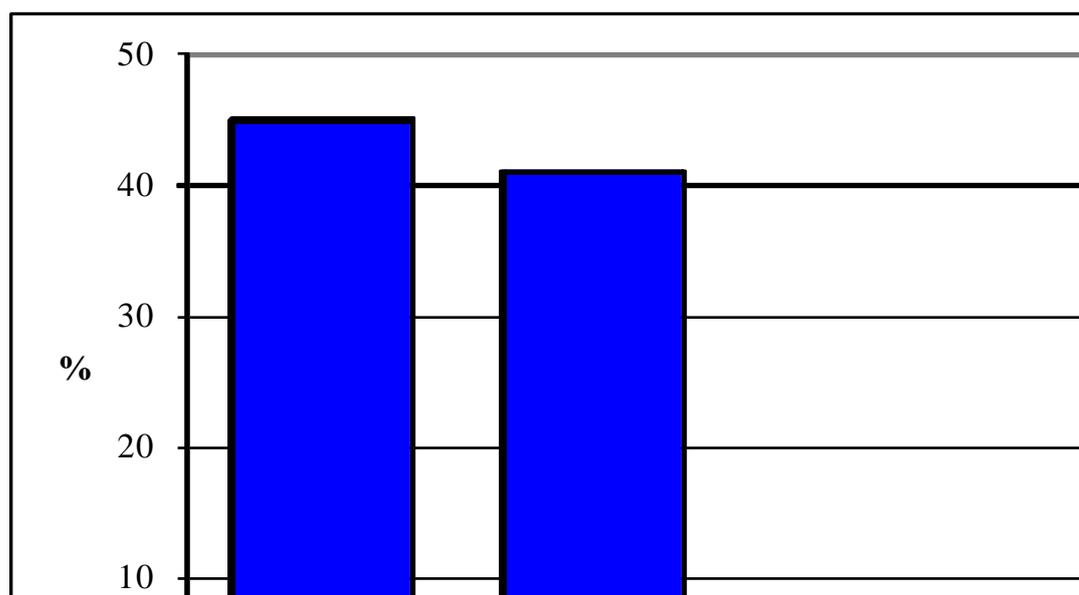


GRÁFICO 02 - Uberlândia: participação percentual dos sistemas atmosféricos na gênese das chuvas no período selecionado para análise (01/09/99 a 31/04/00)

Fonte: Dados brutos provenientes do CPTEC/INPE, 1999. Org. MENDES, P. C., 2000.

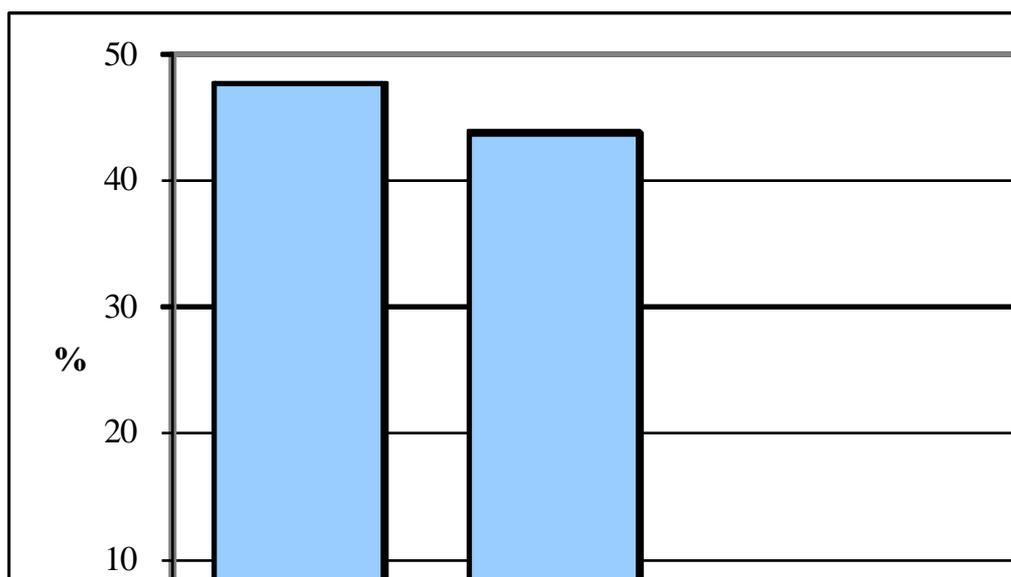


GRÁFICO 03 - Uberlândia: distribuição percentual da altura das chuvas produzidas pela atuação dos sistemas atmosféricos no período selecionado para análise (01/09/99 a 31/04/00)

Fonte: Dados brutos provenientes do CPTEC/INPE, 1999. Org. MENDES, P. C., 2000.

A MP teve uma participação um pouco maior do que TC; porém, se comparada à FP e à IT da classe dos mais atuantes, sua participação também pode ser considerada pequena. Dentre os 243 dias de análise, ela esteve presente em 18. Em relação aos dias chuvosos, dos 116 dias ela participou de 6. Por fim, em relação à chuva produzida, dos 1837,2mm precipitados ela esteve relacionada com apenas 61,4mm, o que corresponde a um índice de 3,3%. Quantitativamente nota-se, através desses dados, que as chuvas precipitadas, permaneceram relacionadas à atuação da FP e da IT.

Sobre à gênese das chuvas na estação da primavera, observou-se que as precipitações estiveram associadas em grande parte à atuação da FP, que produziu, em termos de estrutura espacial, uma boa distribuição pelo espaço urbano. No verão, observou-se que a IT atingiu os maiores índices de participação no que diz respeito à altura de chuva precipitada, totalizando 687,4mm, o que corresponde a um índice de 54,6%. A distribuição das chuvas pelo espaço urbano no verão foi um pouco mais desigual do que na primavera, chegando a originar amplitudes de 327,0mm.

Na análise mensal, observou-se um amplo domínio da FP na produção de chuva sobre a cidade, pois dos oito meses analisados, ela obteve maior participação em seis, e a FP em dois. Analisando-se separadamente esses meses, notou-se que nos meses que estiveram sob controle predominante da FP as chuvas tiveram uma melhor distribuição, se comparados aos dois meses de domínio da IT.

Considerando-se os três episódios selecionados para análise, nos dois primeiros a FP esteve associada à maior parte das chuvas produzidas, o que resultou, em relação à estrutura espacial das chuvas, alturas significativas e uma distribuição relativamente boa pela cidade. Já no último episódio selecionado, que esteve sob controle da IT, foram encontradas áreas no espaço urbano da cidade que receberam alturas extremas de chuvas, enquanto em outras as precipitações foram bem reduzidas, como por exemplo a região próxima ao Corpo de Bombeiros, onde foram atingidos 335,0mm de chuva, enquanto na região próxima à AMVAP, localizada no Distrito Industrial, as precipitações totalizaram apenas 136,3mm.

A gênese das duas precipitações diárias selecionadas para análise estiveram associadas à participação da FP. Foram maiores precipitações registradas na Estação Climatológica da UFU, no período. Observou-se que, mesmo formadas pelo mesmo sistema atmosférico, elas tiveram um comportamento diferente sobre a cidade (a chuva do dia 03 de janeiro teve uma distribuição mais homogênea, enquanto a do dia 08 de novembro teve uma distribuição mais desigual). Atribui-se esse comportamento diferente ao fato de a primeira ser produzida na chegada de uma FP, e a segunda após o estacionamento desta sobre a cidade.

Quanto ao ritmo dos sistemas atmosféricos e suas participações na configuração dos tipos de tempo, no período selecionado para análise, observou-se que a FP, através dos seus significativos avanços sobre a cidade, foi o sistema que produziu as precipitações mais significativas, permanecendo em média de 3 a 4 dias sobre a cidade.

O sistema que atuava normalmente, logo em seguida, era a IT, que foi responsável pela segunda maior produção de chuvas sobre Uberlândia. Todavia, em alguns casos, ocorria a instalação do anticiclone polar, por no máximo dois dias, diminuindo drasticamente a altura das chuvas. Após a chegada da FP ou da atuação da IT, no sexto dia, na maior parte das vezes, iniciava-se a tropicalização do ar através da aproximação da TAc, que permanecia em média sobre a cidade de 5 a 6 dias, contribuindo em diversas ocasiões para ao aparecimento da TC, que representava a continentalização do ar propriamente dita. Em alguns casos, determinados episódios ultrapassavam doze dias. Nesses casos ocorria novamente a instalação da IT, responsável por novas precipitações.

Quanto ao deslocamento das chuvas sobre a cidade, as observações empíricas, somadas, aos dados coletados na rede de pluviômetros, permitiram perceber eu elas, repetidas vezes, fizeram o mesmo trajeto de deslocamento sobre a cidade, produzindo chuvas significativas. Pode-se se destacar, a partir de então, dois trajetos mais comuns: um corresponde às chuvas formadas sobre os bairros Morada do Sol, Tocantins e Guarani, que se deslocavam em direção aos bairros Cidade Jardim e Morada da Colina, provocando precipitações mais elevadas na margem esquerda do rio Uberabinha. Outro, quando as chuvas formavam-se próximas ao Distrito Industrial, na região Norte da cidade, tomando a direção sudeste, precipitando-se de forma mais intensa sobre a margem direita do rio Uberabinha, onde se localiza a maior parte das edificações urbanas da cidade, deixando a margem esquerda praticamente sem precipitação.

Sobre a estrutura espacial das chuvas sobre a cidade, observando-se conjuntamente a distribuição das precipitações produzidas pela atuação da FP e da IT, e também, as suas diferenças de participação, somos levados a crer que elas isoladamente, não seriam capazes determinar a distribuição das chuvas pela cidade. Chega-se a esta conclusão observando-se que, mesmo com essa diferença de participação, a área que recebeu maior altura de chuva no total, em grande parte dos cartogramas analisados, foi o setor sudeste da cidade, parecendo haver, portanto, uma pequena participação do relevo. Essa participação foi notada através dos cartogramas de distribuição das chuvas na cidade, onde as áreas mais planas nos arredores, com uma altitude média de 900,0m, apresentaram precipitações inferiores às de relevo um pouco acidentado, localizadas no perímetro urbano, próximas à calha do rio Uberabinha, ao córrego Lagoinha e, em especial, o córrego São Pedro.

A ocupação do solo urbano dessa área é bem significativa; todavia, em comparação com a região central da cidade é bem menor, podendo-se encontrar quarteirões inteiros ainda sem ocupação, grandes áreas vazias, como a existente entre os bairros Jardim Karaíba e Granada.

As regiões de maior precipitação, como o bairro Tibery, Santa Mônica e Lagoinha, localizadas na região sudeste da cidade não apresentam indícios de que os poucos prédios aí existentes consigam influenciar na distribuição e no comportamento das chuvas, pois os que existem são de baixa altura e localizam-se bem afastados entre si.

Quanto às características da cobertura do solo, não foram encontradas evidências claras de sua participação, uma vez que existem áreas da cidade com características urbanísticas similares às da região sudeste que não apresentaram concentrações de chuva tão significativas.

Em relação à cobertura original do solo, esta foi significativamente alterada. A vegetação original foi quase que na totalidade, substituída por asfalto e concreto; uma das poucas exceções é o Parque do Sabiá, que ainda preservou um pouco da vegetação nativa, localizada na cabeceira do córrego Jataí, tributário do córrego São Pedro. Assim, a análise dos dados da gênese e da estrutura espacial leva a crer que somente essas características de cobertura do solo não são suficientes para determinar uma maior concentração de chuvas na região sudeste da cidade, pois características semelhantes a esta ocorreram em diversos pontos dela, os quais registraram altura de chuvas bem inferiores. Deste modo, depreende-se que a maior concentração de chuvas em algumas áreas específicas, ao contrário de outras, está relacionada mais fortemente à atuação dos sistemas atmosféricos, durante seus sucessivos avanços sobre a cidade, tendo a forma do relevo uma influência bem menor.

## REFERÊNCIAS [ [

ASSUNÇÃO, W. et all. Abordagem preliminar das condições climáticas de Uberlândia. **Revista Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v.3, n.5/6, p.91-108, 1991.

AYOADE, J. O. **Introdução à Climatologia para os Trópicos**. Trad. Maria Juraco Zani dos Santos. 3.ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1991.

BELL, T. H. **As tempestades**. Trad. Heloisa Tavares. 1.ed. Rio de Janeiro: Fundo de Cultura S.A, 1963.

CONTI, J. B. **A circulação secundária e efeito orográfico na gênese das chuvas na região Lesnordeste Paulista**. São Paulo: Atual, 1975.

DEL GROSSI, S. R. **De Uberabinha a Uberlândia: os caminhos da natureza**. Contribuição ao Estudo da Geomorfologia Urbana. 1991. Tese (Doutorado em Geografia) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo. 1991.

FERREIRA, V. O. **Eventos pluviais concentrados em Belo Horizonte - MG. 1996**. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Departamento de Geografia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 1996.

INPE. **Cartas sinóticas**. Disponível em: <<http://www.cptec.inpe.br>>.

LOMBARDO, M. A. **Ilha de calor nas metrópoles: o exemplo de São Paulo**. São Paulo: HUCITEC, 1985.

MENDES, P. C. **A chuva e cidade: episódios pluviais concentrados na Cidade de Uberlândia – MG. 1997**. Monografia (Bacharelado em Geografia) – Departamento de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia. 1997.

SORRE, M.; Megale (org.). **Geografia**. Trad. Januário F. São Paulo: Ática, 1984.

MONTEIRO, C. A. F. Sobre a análise geográfica de seqüências de carta de tempo (Pequeno ensaio metodológico sobre o estudo do clima no escopo da Geografia). **Revista Geográfica**, Rio de Janeiro, v.32, n.58, p.169-179, 1963.

\_\_\_\_\_. Sobre um índice de participação das massas de ar e suas possibilidades de aplicação à classificação climática. **Revista Geográfica**, Rio de Janeiro, v.33, n.61, p.59-69, 1964.

\_\_\_\_\_. **A frente polar atlântica e as chuvas de inverno na fachada Sul-oriental do**

**Brasil.** São Paulo: Edanae S.A., 1969.

\_\_\_\_\_. A análise rítmica em climatologia: problemas de atualidade em São Paulo e  
achegas para um programa de trabalho. **Climatologia**, São Paulo, n.1, 1971.

\_\_\_\_\_. **A dinâmica climática e as chuvas no estado de São Paulo** (Estudo geográfico  
em forma de Atlas). São Paulo: Instituto de Geografia da USP, 1973. 129p.

\_\_\_\_\_. **Teoria e clima urbano**. São Paulo: Edanae S.A., 1976.

\_\_\_\_\_. **Clima e excepcionalismo**. Florianópolis: Editora da UFSC, 1991, 241p.

NIMER, E. **Geografia do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 1977.

RIBEIRO, A. G. **O consumo de água em Bauru – SP: o tempo cronológico e o tempo  
meteorológico aplicados na elaboração de subsídios à previsão de demanda de água**.  
1975. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências  
Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo. 1975.

RIBEIRO, A. G. et all. **A climatologia dinâmica na perspectiva da análise rítmica**.  
Uberlândia, 2001. (Trabalho no prelo).

SERRA. A., RATISBONNA, L. **Massas de ar na América do Sul**. Rio de Janeiro, Serviço  
de Meteorologia do ministério da Agricultura, 1942. 59p.

SERRA. A. Ondas de frio na Bacia Amazônica. **Boletim Geográfico**, Rio de Janeiro, v.3,  
n.36, p.172-207. 1945.

\_\_\_\_\_. Previsão do tempo. **Boletim Geográfico**, Rio de Janeiro, n.68, 1948.

\_\_\_\_\_. A. Circulação superior. **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro, n.1/4,  
1953 e 1954.

TARIFA, J. R. **Sucessão de tipos de tempo e variação do balanço hídrico no extremo  
oeste paulista**. 1973. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Instituto de Geografia,  
Universidade de São Paulo, São Paulo. 1973.