



UNICAMP

Número: 03/2004

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA**

ANDRÉA KOGA VICENTE

**EVENTOS EXTREMOS DE PRECIPITAÇÃO NA REGIÃO METROPOLITANA DE
CAMPINAS**

Dissertação apresentada ao Instituto de Geociências como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Geografia.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Lucí Hidalgo Nunes

CAMPINAS - SÃO PAULO

Janeiro - 2005

Catálogo na Publicação elaborada pela Biblioteca do Instituto de Geociências/UNICAMP

V662e Vicente, Andréa Koga
Eventos extremos de precipitação na Região Metropolitana de Campinas / Andréa Koga Vicente.- Campinas,SP.: [s.n.], 2004.

Orientador: Luci Hidalgo Nunes.
Dissertação (mestrado) Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências.

1. Precipitação (Meteorologia). 2. Campinas, Região Metropolitana (SP). 3. Chuvas. I. Nunes, Luci Hidalgo. II. Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências. III. Título.



UNICAMP

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA**

AUTORA: ANDRÉA KOGA VICENTE

**EVENTOS EXTREMOS DE PRECIPITAÇÃO NA REGIÃO METROPOLITANA DE
CAMPINAS**

ORIENTADORA: Prof^a. Dr^a. Lucí Hidalgo Nunes

Aprovada em: ____/____/____

EXAMINADORES:

Prof. Dr. Lucí Hidalgo Nunes

Prof. Dr. João Lima Sant'Anna Neto

Prof. Dr. Jurandir Zullo Junior

_____ - **Presidente**

Campinas, 04 de janeiro de 2005.

*Dedico este trabalho
Aos meus pais Mário e Ana
E aos meus meninos
Eduardo e Luiz Felipe*

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer à todos que colaboraram na realização deste trabalho, em especial à:

- prof^a Lucí Hidalgo Nunes por compartilhar seus conhecimentos, pela orientação inestimável e pela amizade durante a elaboração desta dissertação;
- Luiz Eduardo, pelo apoio em todos os momentos;
- CAPES pelo financiamento da pesquisa;
- entidades que forneceram os dados pluviométricos: CEPAGRI, em especial à sr^a Edilene Carneiro e ao prof^o Jurandir Zullo Júnior, DAEE e IAC;
- sr. José Rodrigo Miranda Silva, da Defesa Civil Municipal de Paulínia;
- sr. Ivan Caramuru;
- sargento Sabatini do Corpo de Bombeiros da Polícia Militar;
- sr. Sidnei Furtado, coordenador da Defesa Civil Regional;
- srs. Valter Lima e Mauro Fava da Usina Éster;
- Prefeituras Municipais de Nova Odessa, Holambra e Engenheiro Coelho;
- Centro de Memória da UNICAMP, em especial à Sandra Chinália e Elisângela Melo;
- Valdirene e Ednalva, da secretaria de pós-graduação;
- Jô, da secretaria de graduação;
- funcionários da biblioteca do Instituto de Geociências;
- aos amigos pelo ajuda em diversas etapas: Letícia e Sérgio com os programas computacionais; Jaqueline e Gustavo com a estatística; Everton, Felipe e Éderson com o suporte operacional; Fabiana, Lílian, Anayê e Milton pelo apoio.

MUITO OBRIGADA!!!

SUMÁRIO

Dedicatória	v
Agradecimentos	vii
Lista de Figuras	xi
Lista de Tabelas	xiii
Resumo	xv
Abstract	xvii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVOS DA PESQUISA.....	5
2.1. Objetivo Geral.....	5
2.2. Objetivos Específicos.....	5
3. BREVE DISCUSSÃO CONCEITUAL E REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	6
3.1. Eventos extremos.....	6
3.1.1. Eventos climáticos extremos.....	10
3.1.2. Eventos extremos de precipitação.....	13
3.1.3. Estudos de precipitação e de eventos pluviais extremos positivos.....	16
4. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	22
4.1. Aspetos geográficos gerais da RMC.....	22
4.2. Aspetos físicos da RMC.....	25
4.2.1. Dinâmica climática.....	25
4.2.2. Aspectos geomorfológicos e pedológicos.....	27
4.2.3. Hidrografia.....	28
4.3. A organização espacial da RMC: processo histórico e ocupação urbana.....	31
5. METODOLOGIA	34
5.1. Dados pluviométricos.....	34
5.2. Técnicas estatísticas utilizadas.....	38

5.3. Escalas de análise.....	40
6. ANÁLISE	49
6.1. Análise anual.....	49
6.1.1. Distribuição espacial da precipitação média na RMC.....	49
6.1.2. Anos chuvosos e secos.....	49
6.1.3. Variação dos anos em relação à média.....	57
6.1.4. Variação da precipitação por década.....	61
6.2. Análise mensal	65
6.2.1. Variabilidade mensal	65
6.2.2. Distribuição mensal das precipitações	69
6.2.3. Decomposição das médias mensais de precipitação.....	78
6.3. Análise diária.....	81
6.3.1. Frequência das chuvas intensas.....	83
6.3.2. Precipitações intensas na escala anual.....	87
6.3.3. Distribuição da frequência das precipitações intensas por década.....	91
6.3.4. Distribuição do volume das precipitações intensas por década.....	93
6.4. Estudos de caso: eventos extremos ocorridos em 1976, 1983 e 1997.....	98
7. CONCLUSÕES.....	108
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	112
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	114
APÊNDICE A – GRÁFICOS DA PRECIPITAÇÃO MÉDIA ANUAL (1959/60-1998/99) - CIDADES DA RMC.....	123
APÊNDICE B – TABELA DA ALTURA ANUAL DA PRECIPITAÇÃO, NO PERÍODO DE 1959/60 A 1998/99 EM POSTOS DA RMC.	127
APÊNDICE C – VARIABILIDADE ANUAL DA PRECIPITAÇÃO UTILIZANDO A PADRONIZAÇÃO.....	129
APÊNDICE D – GRÁFICOS DE PADRONIZAÇÃO MENSAL.....	133

ANEXO A- REPORTAGEM DO JORNAL DIÁRIO DO POVO.....	141
---	-----

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1. Eventos naturais extremos de acordo com a origem.....	10
Figura 3.2 – Catástrofes naturais no mundo.....	10
Figura 3.3 – Critérios para avaliação de perdas significativas.....	13
Figura 3.4 – Classificação de acidentes climáticos no mundo.....	14
Figura 3.5 – Danos causados por acidentes naturais no mundo.....	15
Figura 3.6– Enchentes catastróficas mais importantes nos últimos 10 anos.....	15
Figura 4.1- Área de estudo- Região Metropolitana de Campinas.....	23
Figura 4.2- Sistemas atmosféricos atuantes no Brasil.....	26
Figura 4.3- Mapa hidrográfico da RMC.....	29
Figura 5.1- Mapa de localização dos postos pluviométricos da RMC.....	35
Figura 5.2- Postos pluviométricos por município.....	37
Figura 6.1- Mapa da precipitação média – postos pluviométricos da RMC.....	51
Figura 6.2- Enchentes significativas ocorridas em 1997.....	54
Figura 6.3- Distribuição normal padrão, desvio padrão e coeficiente de variação- período de 1959/60 a 1998/99.....	55
Figura 6.4- Valores anuais padronizados dos postos representativos PD e ME- período de 1959/60 a 1998/99.....	58
Figura 6.5- Variação anual da precipitação em relação à média e anos anômalos, durante a década de 1960.....	59
Figura 6.6- Variação anual da precipitação em relação à média e anos anômalos, durante a década de 1970.....	59
Figura 6.7- Variação anual da precipitação em relação à média e anos anômalos, durante a década de 1980.....	59

Figura 6.8- Variação anual da precipitação em relação à média e anos anômalos, durante a década de 1990.....	59
Figura 6.9- Mapa de índice de mudança da precipitação entre as décadas de 1960, 1970, 1980 e 1990.....	63
Figura 6.10- Padronização, desvio padrão e coeficiente de variação mensal – postos representativos PD e ME	67
Figura 6.11- Mapa da distribuição média mensal da precipitação	71
Figura 6.12- Pluviograma da contribuição percentual da precipitação mensal no total anual, posto representativo ME	73
Figura 6.13- Gráfico de decomposição das médias mensais de precipitação para o posto representativo PD.....	79
Figura 6.14- Gráfico de decomposição das médias mensais de precipitação para o posto representativo ME.....	79
Figura 6.15- Frequência das precipitações intensas no período de 1959/60 a 1998/99.....	84
Figura 6.16- Distribuição da frequência mensal dos episódios acima de 50,0mm/24h para os postos representativos PD e ME.....	85
Figura 6.17-Distribuição mensal da frequência de precipitações intensas período de 1959/60 a 1998/99. Posto representativo da RMC (PD).....	85
Figura 6.18- Distribuição anual do volume precipitado a partir de 50,0mm/24h.....	89
Figura 6.19- Eventos acima de 50,0mm/24h. agrupados por classe e década, posto representativo ME.....	93
Figura 6.20- Mapa do volume total da precipitação intensa nas décadas de 1960, 1970, 1980 e 1990.....	95

LISTA DE TABELAS

Tabela 5.1- Análise de componentes principais.....	38
Tabela 6.1 – Ano mais chuvoso e mais seco na RMC.....	50
Tabela 6.2- Anos de ocorrência de El Niño e La Niña.....	53
Tabela 6.3- Variação dos anos acima e abaixo da média- período de 1959/60 a 1998/99.....	58
Tabela 6.4 – Média mensal por posto	66
Tabela 6.5 – Moda e média dos meses com precipitação.....	76
Tabela 6.6- Evento com o total máximo em 24h. por posto, registrado na RMC.....	81
Tabela 6.7- Coeficiente de correlação entre o total anual e o volume precipitado em forma de chuvas intensas.....	87
Tabela 6.8- Valores obtidos através do índice de mudança, em %.....	91
Tabela 6.9- Precipitação do dia 12/08/1976 nos postos da RMC.....	98
Tabela 6.10- Precipitação acumulada entre os dias 31/05 a 07/06/1983 nos postos da RMC...	100
Tabela 6.11- Precipitação do dia 25/12/1997 nos postos da RMC.....	103



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

EVENTOS EXTREMOS DE PRECIPITAÇÃO NA REGIÃO METROPOLITANA DE
CAMPINAS

RESUMO
DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Andréa Koga Vicente

Os eventos extremos de precipitação fazem parte do ritmo climático de um lugar. Portanto, o conhecimento do comportamento das chuvas intensas é de fundamental importância para o planejamento do uso e ocupação da terra de forma a prevenir os impactos associados a esses episódios.

Este trabalho teve como foco o estudo da variabilidade da precipitação na Região Metropolitana de Campinas (RMC), com ênfase nas chuvas extremas, que trazem maiores impactos para a sociedade e para os processos físicos do local.

Dados de precipitação da série temporal de 1959/60 a 1998/99 foram analisados nos níveis decadal, anual, mensal e diário, para 11 postos distribuídos heterogeneamente na RMC. Através de informações pesquisadas em órgãos de imprensa, três episódios com montantes extremos e registrados em décadas distintas foram relacionados aos problemas decorrentes.

A década de 1980 configurou-se como a mais chuvosa no período analisado, destacando-se o ano de 1982/83 como o ano com maiores totais, fato relacionado à atuação do El Niño.

Também nas décadas mais recentes, 1980 e 1990, houve elevação no volume de chuvas intensas (a partir de 50mm/24h.) em relação às décadas anteriores.

Observou-se que os impactos deflagrados pelos eventos extremos de precipitação na RMC são causados, principalmente, pelo uso e ocupação inadequados da terra oriundos do rápido crescimento verificado na região associado à falta de planejamento urbano.



UNICAMP

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA**

**EXTREME PRECIPITATION EVENTS IN THE METROPOLITAN AREA OF
CAMPINAS**

ABSTRACT

The extreme rainfall events are part of the climatic rhythm of a place. Therefore, the knowledge on how intense rains work is fundamental for planning the use and occupation of the land, so as to prevent the impacts associated to such episodes.

This dissertation focuses on the study of rainfall variability in the Metropolitan Area of Campinas, emphasizing the extreme rains, which cause broader impacts in the society and in the physical processes of the place.

Rainfall data of the temporal series from the year 1959/60 to 1998/99 were analyzed in the levels of decade, year, month and day, considering the 11 stations distributed heterogeneously in the Metropolitan Area of Campinas. By analyzing the information extracted from press agencies, three episodes with extreme amounts, registered in distinct decades, were related to the deriving problems.

In the analyzed period, the decade of 1980 is the most rainy, mainly the year of 1982/83, with the larger amounts, which are related to the performance of El Niño.

Yet in the recent decades, 1980 and 1990, there has been elevation in the intense rains volume (from 50,0mm/24h) in relation to the two previous decades.

It was observed that the impacts occasioned by the extreme rainfall events in the Metropolitan Area of Campinas are caused, mainly, by the inadequate use and occupation of land, due to both the fast growing verified in the area and the lack of urban planning.

1. INTRODUÇÃO

Mais do que em qualquer momento da história, assiste-se a inúmeras modificações no sistema terrestre. Vivemos em um mundo cada vez mais dinâmico, onde as transformações incessantes decorrem em grande extensão pelos avanços técnicos e científicos alcançados pela humanidade. Além disso, os sistemas naturais têm se alterado de forma bastante substancial, em parte condicionados pela dinâmica da sociedade.

O desenvolvimento técnico e científico transformou os conceitos de tempo cronológico e espaço geográfico. Os avanços obtidos nos campos das comunicações e dos transportes diminuem relativamente as distâncias e redimensionam a noção tradicional de tempo, tendo em vista a possibilidade de comunicar-se em tempo real com o outro lado do mundo, ou de poder deslocar-se em grandes velocidades. A circulação de pessoas, mercadorias, informações, idéias torna o mundo mais próximo e até mais parecido em alguns aspectos. Porém, paradoxalmente, as mudanças não ocorrem igualmente para a comunidade global, contribuindo para o alargamento dos abismos sociais e econômicos. Concomitantemente à diminuição do tempo que se leva para percorrer uma distância física, muitas vezes pessoas vivem em lugares geograficamente próximos, mas com realidades totalmente distintas, que refletem a seletividade do espaço produzido pelas desigualdades sociais, fruto da fragmentação das relações humanas. Assim, as elites mundiais se inter-conectam e os setores sociais menos favorecidos perdem mobilidade mesmo em curtas distâncias, ficando cada vez mais restritos, física e socialmente.

Como resultado direto das inovações tecnológicas, as intervenções humanas para a exploração dos recursos naturais estão mais eficientes, porém mais contundentes. Um dos questionamentos que se faz sobre esse quadro e a pretensa finalidade da ação antrópica hoje, coloca em xeque a visão de mundo que a baliza, derivada de um pensamento mecanicista, que concebe o universo como uma máquina que funciona num binômio de ação e reação e desconsidera uma inter-relação complexa entre os fenômenos, abordando-os como se fosse possível isolar determinadas relações entre elementos diversos. No caso de mecanismos de interação entre os meios físico e socioeconômico, há que se reconhecer, por exemplo, a relação indissociável entre precipitação, temperatura, erosão e ocupação.

Essa perspectiva atende aos preceitos lógico-formais da ciência moderna, com base nos fundamentos propostos por pensadores como Bacon, Déscartes e coroados por Newton, no século

XVIII; porém, são insuficientes frente à necessidade de estabelecer-se co-relações diversas e seus efeitos cumulativos no ambiente (VICENTE e PEREZ FILHO, 2003).

A ciência moderna, nas bases acima expostas, proporcionou, por sua vez, avanços tecnológicos intensos, condizentes com uma proporcional intervenção e exploração da natureza. Quase sempre tais progressos não tinham o ser humano e sua relação com o meio como foco principal dos objetivos técnico-científicos, mas sim o acúmulo de capital produtivo por certos segmentos da sociedade, desconsiderando a retroalimentação dos sistemas naturais e os conseqüentes impactos decorrentes dessas ações.

Essas relações referem-se não apenas ao tipo de modificações empreendidas, mas principalmente ao seu ritmo acelerado e escala em que elas acontecem, passando de níveis mais generalizados ao âmbito da abordagem geográfica, ou seja, do ser humano e sua utilização do meio, influenciando e sendo influenciado por elementos de escala global. Esse quadro leva a rupturas, trazendo impactos negativos aos sistemas socioambientais e aumentando sua vulnerabilidade frente às variações naturais.

As alterações do ambiente atmosférico, em particular, vêm chamando a atenção da sociedade civil, dos tomadores de decisão, dos cientistas e dos empresários, estando no centro das discussões da questão das mudanças globais. O Painel Intergovernamental sobre Mudanças do Clima (IPCC), órgão ligado às Nações Unidas e responsável pelo quadro oficial das mudanças climáticas, assume pela primeira vez em seu relatório de 1995, editado em 1996, que essas modificações têm uma significativa contribuição da ação antrópica. Seu relatório mais recente (IPCC, 2001) reafirma esse ponto, trazendo pesquisas que demonstram a relação existente entre a elevação dos níveis de carbono da atmosfera a partir da Revolução Industrial e o aumento progressivo da temperatura global (www.ipcc.ch). A maior contribuição de gases de efeito estufa interfere no balanço da energia radiativa, aumentando a temperatura do planeta. Os modelos do IPCC (op. cit.) apontam que a temperatura da Terra poderá se elevar entre 1,4°C e 5,8°C nos próximos 100 anos.

Essa elevação, diferente da variabilidade climática natural, vem ocorrendo de forma muito rápida, ainda que o próprio IPCC em seu último relatório (op. cit.) destaque a dificuldade em se distinguir mudanças naturais daquelas induzidas pela ação antropogênica. Os sistemas naturais não respondem com agilidade a essas mudanças e ademais, podem apresentar efeitos ainda não totalmente conhecidos, portanto, de difícil previsão (NUNES, inédito).

Modelos apontam - e já há evidências – para um provável aumento no nível dos mares, impactos na saúde, na agricultura, nos recursos hídricos, na biodiversidade e, particularmente, na incidência de eventos climáticos extremos. É prevista a elevação nos níveis de evaporação e intensificação do ciclo hidrológico, decorrentes da maior quantidade de energia disponível gerada pelo aquecimento, contribuindo para maior ocorrência de eventos extremos de precipitação, com chuvas mais intensas em determinadas áreas, ocasionando maiores inundações, deslizamentos, avalanches, erosão do solo. O contrário também é observado. Em algumas regiões as estiagens podem se tornar mais severas e prolongadas (IPCC, 2002).

Os eventos climáticos extremos figuram entre as principais causas deflagradoras de catástrofes naturais que atingem o homem, pois a forma como as sociedades têm se organizado desconsidera o ritmo e a variabilidade do sistema atmosférico, tomando como parâmetro apenas seu estado médio. Essas diretrizes refletem-se de maneira mais contumaz na organização do espaço urbano, onde as cidades estendem-se sobre bacias inundáveis e sobem os morros, aumentando fortemente a probabilidade de desastres relacionados aos fenômenos de tempo atmosférico.

A magnitude dos impactos das mudanças nos eventos extremos de tempo que atingirão as comunidades humanas depende, essencialmente, de seus graus de vulnerabilidade. Torna-se evidente que a parcela da sociedade mais atingida será a população já social e economicamente desfavorecida, em especial em países subdesenvolvidos (KATES, 2000; IPCC, 2001).

Um dos pontos cruciais para a diminuição da vulnerabilidade humana frente aos eventos climáticos extremos é a capacidade de previsão da ocorrência de tais fenômenos, assim como o conhecimento do limiar de estabilidade dos sistemas naturais e antrópicos, da dinâmica climática do lugar, bem como dos processos de macro e mesoescala que contribuem para situações sinóticas específicas. A inter-relação dessas informações é de suma importância para a organização territorial do Brasil, considerando o regime climático das chuvas – intensas e concentradas no verão, que desencadeiam inundações, desabamentos, deslizamentos atingindo principalmente a população de baixa renda, que ocupa áreas de risco, como fundos de vale e encostas.

Esses eventos adquirem especial significado em áreas densamente povoadas, como as regiões metropolitanas, que têm aumentado em número e dimensão no país, reproduzindo um modelo global de concentração de pessoas e atividades. Na região do município de Campinas, em

particular, foi observado um acelerado crescimento nas últimas décadas, com elevação das taxas populacionais e de áreas urbanizadas (CANO e BRANDÃO, 2002), seguindo, porém, as características de ocupação do espaço geográfico observadas em outras regiões latino-americanas.

Neste contexto é proposto o presente trabalho, que tem como foco o estudo da variabilidade da precipitação na Região Metropolitana de Campinas (RMC), com ênfase nas chuvas extremas, que trazem impactos para a sociedade e para os processos físicos do local, considerando que as mudanças climáticas globais são mais perceptíveis no lugar, por ser esta a escala do homem. É importante destacar que aumento da variabilidade é indício de mudanças globais (IPCC, 2001). Dessa forma, uma contribuição adicional desta pesquisa é observar se na RMC há elementos que indiquem esta hipótese.

A RMC é atingida por precipitações intensas que deflagram uma série de problemas para a população, desde desorganização no trânsito, até a ocorrência de óbitos nos episódios mais extremos. Todos os anos, principalmente no verão, famílias ficam desabrigadas, estabelecimentos comerciais invadidos pelas águas têm grandes prejuízos, em suma, acontecem vultosas perdas materiais e humanas associadas às chuvas. No ano de 2003, durante um evento extremo, milhares de pessoas tiveram suas residências atingidas por alagamentos e seis pessoas morreram. Assim, a investigação da variabilidade pluvial da área pode colaborar no subsídio à medidas preventivas para absorção dos impactos associados.

Destaca-se a natureza geográfica do estudo, que coloca como alguns de seus desafios a avaliação indissociada de processos ocorrentes em diferentes escalas, com discussão de como fenômenos atmosféricos de macroescala se refletem em níveis de maior detalhe.

Considerando o contexto atual, de um mundo em que a produção do espaço geográfico ocorre em um ritmo acelerado, interferindo e sofrendo interferências das mudanças climáticas, o geógrafo climatologista tem uma importante contribuição, pois investiga os fenômenos atmosféricos em sua relação com a sociedade no território.

2. OBJETIVOS DA PESQUISA

2.1. Objetivo Geral

Este trabalho tem por meta caracterizar a precipitação na Região Metropolitana de Campinas, buscando a compreensão espaço-temporal da variabilidade pluviométrica na área e suas repercussões na organização do espaço local, na expectativa de poder colaborar com informações direcionadas ao planejamento territorial, com intuito de fornecer orientações a medidas preventivas, minimizadoras e mitigadoras para diminuir a vulnerabilidade da sociedade frente à ocorrência de eventos climáticos extremos.

2.2. Objetivos Específicos

- Caracterizar o regime pluviométrico da RMC através da análise de séries históricas dos dados de precipitação da região em nível anual, mensal e diário, identificando para o local o montante a partir do qual um evento de precipitação seria considerado extremo;

- discutir conceitos relativos à variabilidade climática e vulnerabilidade dos sistemas ambiental e humano, associando-os à realidade da área de estudo;

- investigar se existe relação entre mudanças climáticas globais e mudanças locais no padrão de precipitação, com ênfase nos eventos extremos positivos, que deflagram impactos à sociedade e aos ecossistemas da região;

- elaborar um banco de dados com informações de precipitação e ocorrência de acidentes, que possa fornecer subsídios ao planejamento da região no que tange à prevenção e mitigação dos impactos dos eventos anômalos positivos de precipitação e

- publicar e apresentar em revistas e foros especializadas os resultados parciais e gerais da investigação.

3. BREVE DISCUSSÃO CONCEITUAL E REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. Eventos extremos

Os sistemas ambientais caracterizam-se por serem altamente dinâmicos e apresentarem uma variabilidade natural em seu ritmo, da qual fazem parte os eventos extremos, anômalos ou excepcionais. Este tipo de episódio pode ser definido estatisticamente como “(...) *one that occurs at the tails of a particular distribution of events* “ (SAREWTIZ et al., 2000, p.1), uma ocorrência que se distancia da média e que apresenta uma incidência mais rara, podendo ter graus diversos de magnitude.

Alguns eventos naturais são registrados com maior frequência e, portanto, a sociedade se estruturaria de forma a absorvê-los, adaptando-se ao seu ritmo e considerando-os como normais ou habituais. “*Os chamados fenômenos normais - aqueles que não se afastam significativamente da média - ocorrem em alta frequência, cotidianamente*” (GONÇALVES, 2003, p.69).

Os extremos naturais são parte da história do planeta, acelerando processos naturais ou interferindo na organização dos sistemas. As investigações em sistemas complexos forneceram evidências de que suas evoluções são fortemente controladas por eventos extremos. Pode-se, citar como exemplo, a colisão de um asteróide com a Terra há seis milhões de anos, fato que é sustentado por parte da comunidade científica como responsável por modificar radicalmente o curso da evolução biológica por ter ocasionado a extinção dos dinossauros e crescimento da espécie dos mamíferos, culminando na emergência do homem como forma dominante de vida. “*Humanity thus owes its existence to an extreme event in geologic history*” (SAREWTIZ et al., op. cit.).

Ainda que o registro de eventos anômalos possa desencadear impactos positivos, como o aumento da sanidade em ecossistemas causado por inundações periódicas, ou a despoluição da atmosfera de um determinado local em virtude de um impacto pluvial (MONTEIRO 1991), na maior parte dos casos um evento extremo acarreta impactos negativos, por se desenrolar de forma diferente da habitual e extrapolar a capacidade de absorção de suas conseqüências pela sociedade, que se encontra organizada com base nos parâmetros habituais para o local, “*um evento extremo torna-se risco quando supera a capacidade material de determinada organização social para absorver, amortizar ou evitar seus efeitos negativos e tornam-se catástrofes ou desastres naturais*” (GONÇALVES, 2003, p.75).

White (1974, p.3)¹ considera que “cada parâmetro da biosfera, sujeito à flutuação sazonal, anual ou secular consiste num ‘hazard’ para o homem na medida em que seu ajustamento à frequência, à magnitude ou desenvolvimento temporal dos eventos extremos são baseados em conhecimento imperfeito. (...) De modo geral, os eventos extremos apenas podem ser antevistos como probabilidades cujo tempo de ocorrência é desconhecido”. O autor define *natural hazard* como “an interaction of people and nature governed by the coexistent state of adjustment in the human use system and the state of nature in the natural events system”. (op.cit, p. 4).

Monteiro (1991), após uma ampla discussão sobre qual a melhor tradução para a palavra inglesa *hazard*, adota o termo acidente, considerando que este “abrange uma trama maior” para expressar a idéia contida no vocábulo. “Segundo a intensidade do evento - o que de si já o define, mas não o encerra num dado parâmetro - há um significado que acresce ao acidente, uma idéia de ‘acontecimento infeliz’ (causal ou não) do qual resulta o dano, estrago, avaria, destruição, perdas humanas, chegando até o desastre” (p.10). Smith (1992, p.6) chama a atenção de que a palavra *hazard* muitas vezes é utilizada como sinônimo de risco (*risk*), porém possuem significados diferentes. Acidente (*hazard*) seria “a potential threat to human and their welfare”, e risco é tomado como “the probability of hazard occurrence”. Coloca ainda que o desastre consistiria na realização do acidente.

Um desastre natural pode ser entendido como um desequilíbrio brusco e significativo no balanço interativo entre as forças compreendidas pelo sistema natural, contrariamente às forças do sistema social. A ocorrência de um desastre depende, nesta perspectiva, da interação dos extremos naturais e do sistema social. Kates (apud MATER e SDASYUK,1991) propõe um modelo teórico que mostra a interação entre acidente-sociedade como um sistema dominado por *feedbacks* entre vulnerabilidade, impacto, ajuste e mudança de vulnerabilidade . Os extremos ambientais são decorrentes de forças naturais externas; por outro lado, o que caracteriza a vulnerabilidade de uma sociedade à tensão ambiental são seus processos internos (políticos, econômicos, culturais) (ALBALA-BERTRAND, 1993). Portanto, para os estudos com enfoque em acidentes naturais, é necessário tanto o conhecimento dos aspectos físicos dos eventos extremos que desencadeiam o desastre, quanto das características sociais da comunidade afetada.

¹ Traduzido por Monteiro, 1991.

Albala-Bertrand (op.cit.) propõe sete parâmetros físicos para a caracterização de eventos naturais:

- 1- Magnitude: máxima energia liberada por um evento particular em uma dada localidade.
- 2- Frequência: incidência média que um evento de uma dada magnitude ocorre em uma área.
- 3- Duração: espaço de tempo no qual um evento perigoso persiste.
- 4- Extensão da área: área geográfica coberta por um evento.
- 5- Velocidade de avanço: período de tempo entre o surgimento de um evento e seu pico.
- 6- Padrão de dispersão espacial: padrão de distribuição de um evento sobre uma área geográfica afetada.
- 7- Regularidade: período de recorrência de um evento.

Quanto à magnitude de um fenômeno, é importante acrescentar à definição dada pelo autor, que podem ser observados vários graus de energia liberada por um dado fenômeno em um evento.

Em relação aos parâmetros sociais, a vulnerabilidade é o principal aspecto a ser considerado. De acordo com o IPCC (2001), a vulnerabilidade é o grau de suscetibilidade de um sistema, ou o quanto ele é incapaz de enfrentar efeitos adversos. É uma função entre a natureza, a magnitude e o percentual de uma variação aos quais o sistema é exposto, sua sensibilidade e sua capacidade adaptativa. Depende, ainda, de uma relação complexa de situações econômicas, sociais, culturais e políticas, que são configuradas por eventos extremos já enfrentados por determinada sociedade. Por exemplo, hipoteticamente, pode-se considerar que a sociedade japonesa seja menos vulnerável a tufões que a brasileira, não obstante a primeira encontrar-se em uma área geográfica muito mais suscetível ao fenômeno. Portanto, houve desenvolvimento de técnicas de adaptação no Japão, justamente pelo fato de que os tufões ocorrem mais frequentemente que no Brasil. Um evento de mesma magnitude ocorrendo na República Dominicana, contudo, seria mais catastrófico que no Japão, devido às condições sociais mais vulneráveis no primeiro país. Se isso é válido para fenômenos atuais recorrentes em determinados lugares, sua validade é no mínimo questionável num ambiente em transformação – inclusive atmosférico – em que há uma grande incerteza no resultado das alterações que estariam se processando.

Park (1991) considera que houve aumento da vulnerabilidade humana aos acidentes naturais durante o século XX, e coloca como fundamentais para se compreender tal fato a expansão da população e o desenvolvimento econômico. O crescimento da população e a elevação de mobilidade encorajam o assentamento em áreas de risco, um problema particularmente flagrante em países subdesenvolvidos. Em países desenvolvidos, esse fator vem associado a mudanças no estilo de vida e níveis de renda, que expõem as pessoas a situações de risco (por exemplo, casas móveis que são mais vulneráveis a vendavais). As mudanças mais frequentes decorrentes da alta mobilidade levam as pessoas a conviverem em ambientes novos, portanto, não-familiares, desconhecendo os potenciais riscos ambientais do lugar e de como se prevenir a eles.

O desenvolvimento econômico contribui para o aumento da vulnerabilidade, segundo o autor, pela evolução das grandes corporações, em especial as multinacionais. Elas podem elevar sua capacidade de absorver riscos, encorajando-as a se implantarem em áreas de alto risco (mas que ofereçam vantagens econômicas), além de resistirem em adotar medidas de prevenção de acidentes em suas construções; ademais, a possibilidade de emprego atrai um contingente populacional, que irá contribuir para o crescimento urbano no local, e para os impactos decorrentes. A transição da economia tradicional do local para uma economia “moderna”, baseada em alta tecnologia e de características urbanas, eleva a exposição aos acidentes naturais, por questões de rápidas mudanças de infra-estrutura desconsiderando as características da área, e de problemas de transferência de tecnologia. A promessa de empregos e desenvolvimento faz com que os governantes, principalmente nos países pobres, ignorem o aumento de vulnerabilidade na esteira desse processo.

Neste contexto, o aspecto político é de suma importância na diminuição ou acentuação da vulnerabilidade de uma sociedade, por ser a instância que determina a alocação dos recursos disponíveis, elabora planos de gerenciamento e, principalmente, intermedia o acesso da população ao espaço físico, com destaque aos centros urbanos. Por esse acesso ocorrer cada vez mais balizado por parâmetros econômicos -como, por exemplo, a ocupação inadequada de áreas de risco devido à lógica imobiliária, segundo a qual a valorização de determinados espaços urbanos, promove a ocupação de áreas de risco pela população de mais baixa renda- a vulnerabilidade da sociedade vem aumentando.

3.1.1. Eventos climáticos extremos

Muitas tipologias utilizam como princípio de classificação dos eventos extremos a causa ou a força natural que os origina. A figura 3.1 apresenta os eventos naturais extremos por origem:

Eventos naturais extremos	
Eventos Hidrometeorológicos	Eventos Geológicos
- secas	- terremotos
- inundações	- tsunamis
- furacões	- erupções vulcânicas
- ciclones	- desmoronamentos
- tornados	- avalanches
- tempestades (de neve, tropicais)	
- geadas	
- descargas elétricas	
- episódios pluviais concentrados	

Figura 3.1 - Eventos naturais extremos de acordo com a origem
Fonte: adaptado de WHITE (1974); TURNER (1978) e MONTEIRO (1991) e <http://www.aag.org/HDGC/www/hazards/units/unit1/html/> <acessado em 25/01/2004>.

Entre os eventos extremos que ocorrem com mais frequência e afetam a humanidade, observa-se que a grande maioria está relacionada aos fenômenos atmosféricos (figura 3.2.).

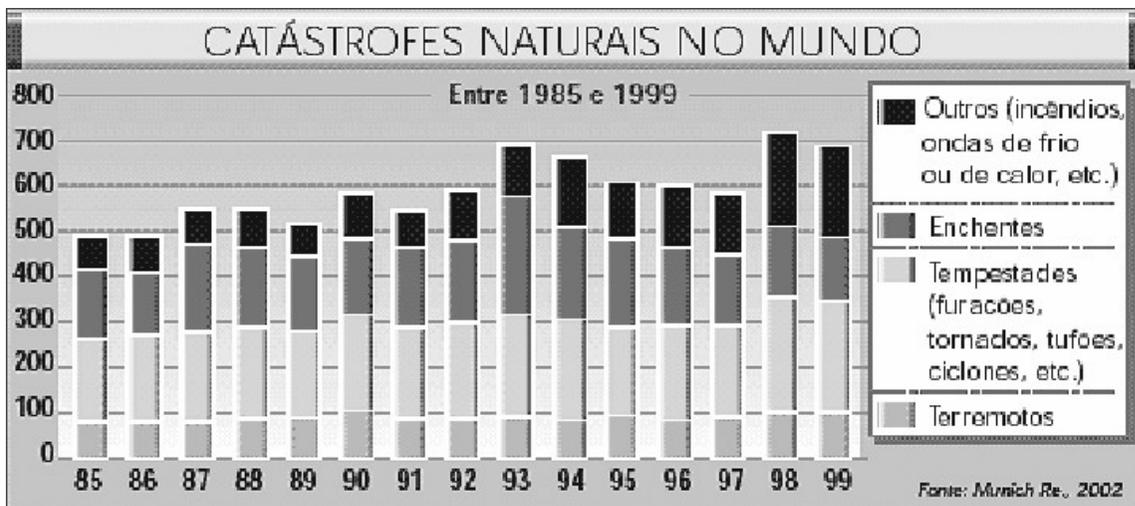


Figura 3.2 – Catástrofes naturais no mundo

Fonte: www.estadão.com.br <acesso em 08 jun. 2003>.

Uma ocorrência extrema de tempo atmosférico, segundo a definição trazida pelo IPCC (2001), refere-se a *“an event that is rare within its statistical reference distribution at a particular place. Definitions of "rare" vary, but an extreme weather event would normally be as rare as or rarer than the 10th or 90th percentile. By definition, the characteristics of what is called "extreme weather" may vary from place to place. An "extreme climate event" is an average of a number of weather events over a certain period of time, an average which is itself extreme”*.

Essa definição coloca o caráter estatístico de um evento excepcional, e salienta uma dimensão geográfica quando discute que *“as características do que é chamado extremo de tempo podem variar de lugar para lugar”*, ou seja, de acordo com as particularidades da dinâmica do arranjo espacial em cada área.

De acordo com Heathcote (1985, p.2) *“The extreme climatic events, are those short-term perturbations of the energy flows which provide magnitudes outside the normal spectrum or range of the typical averaging period. Such events at any one location, as we shall see, may be measured in minutes or in years' duration. Their frequency, however, is likely to be limited to return periods of at least 10 years”*.

Assim como Bryant (1991) e Albala-Bertrand (1993), esse autor aborda um aspecto fundamental para o entendimento dos eventos climáticos, ao considerar a energia. A quantidade de energia liberada (magnitude) é um condicionante para o grau de impacto de um evento. Mediante a compreensão de como se dá o fluxo da energia em determinado local, haveria uma grande probabilidade de prever a ocorrência de eventos climáticos extremos, e desta forma a sociedade poderia adotar medidas preventivas. Porém, tal tarefa não é fácil, dada a complexidade do sistema atmosférico em alteração.

Uma das grandes questões na atualidade é a discussão sobre o grau de interferência da atividade antrópica no trânsito da energia pelo sistema, através da inserção de elementos na atmosfera e do uso e ocupação da terra, provocando alterações no equilíbrio dinâmico alcançado através de milhares de anos de evolução, acrescentando desta forma, mais uma variável na já intrincada tentativa de previsibilidade da dinâmica atmosférica.

Uma anomalia climática extrema se caracteriza ainda por perturbações de curto prazo da energia, ou seja, essa variação ocorre por um período determinado, voltando posteriormente ao seu estado habitual, pois do contrário haveria uma mudança climática, e não um evento.

Outro ponto fundamental, diz respeito ao aspecto temporal do evento climático extremo. A relação existente entre a magnitude e a duração do fenômeno é um fator determinante para caracterizá-lo ou não como excepcionalidade. Uma chuva intensa causará mais danos quanto menor for seu tempo de incidência, ao contrário de uma estiagem, que terá maior impacto quando for mais prolongada.

Os processos observados são decorrentes das interações entre as esferas física e antrópica numa relação dialética, em diferentes escalas temporo-espaciais, onde há influências recíprocas entre os sistemas. “*Os controlantes físicos responsáveis pelas mudanças no sistema climático estão relacionados com as transformações na dinâmica da atmosfera, que refletem, por sua vez, alterações nos inputs provenientes da geodinâmica terrestre ou das perturbações solares*” (CHRISTOFOLLETI, 1999). Porém, cada vez mais, admite-se a participação antrópica influenciando a dinâmica climática, “*o homem, em grau crescente de escala taxonômica, não só cria as menores, como modifica as pequenas, e altera as entidades espaciais média do clima, (...), porque age sobre as propriedades extensivas do clima já projetadas no espaço geocológico.*” (MONTEIRO,1976).

Vários autores (WHITE,1974; MONTEIRO,1991; BRYANT,1991; VARLEY, 1994; TOBIN e MONTZ, 1997) chamam a atenção para a necessidade de se considerar, além do aspecto físico, as dimensões humanas envolvidas. “*To society the significance of the events is not only that they are of a certain magnitude, but that this magnitude creates an unexpected impact upon society.*” (HEATHCOTE, 1985, p.3).

Um episódio climático extremo é potencialmente capaz de causar mudanças, porém seus impactos estão diretamente relacionados à vulnerabilidade de uma parcela da sociedade ao fenômeno.

Tal complexidade relativa aos elementos envolvidos na configuração de uma situação desastrosa, torna a avaliação dos impactos atmosféricos sobre uma sociedade de difícil mensuração.

Para Smith (1997) as perdas relativas aos desastres climáticos refletem-se, de forma geral, em maiores perdas de vidas nos países subdesenvolvidos, e em grandes danos econômicos nos países desenvolvidos. É importante ressaltar que este parâmetro refere-se ao valor absoluto das perdas. Contudo, relativamente, uma perda econômica ainda que pequena, para a população de

um país subdesenvolvido, provoca uma grande desestruturação, considerando que sua capacidade de resiliência econômica é menor (TOBIN e MONTZ,1997).

Tal contexto coloca o desafio de se estabelecer índices que expressem a importância contextual das perdas econômicas nos âmbitos absoluto e relativo, surgindo, nos anos mais recentes, estudos sobre perdas significativas. Sapir e Misson (apud SMITH,1997) propõem o uso de critérios individuais para diferentes países (figura 3.3):

1	Número de mortes por evento	(a partir de 100 mortes)
2	Soma dos danos significativos	(no mínimo 1% do PIB anual)
3	Pessoas afetadas	(no mínimo 1% da população nacional)

Figura 3.3 – Critérios para avaliação de perdas significativas

Fonte: adaptado de SAPIR e MASSION (apud SMITH, 1997).

Apesar dos esforços empreendidos pela comunidade científica, a busca da compreensão integrada entre as esferas físicas e sociais ainda se constituem um dos maiores desafios na avaliação dos impactos associados aos eventos extremos.

3.1.2. Eventos extremos de precipitação

Os impactos decorrentes dos extremos climáticos podem ser gerados por um único elemento atmosférico, como por exemplo, uma onda de calor que provoca mortes devido ao estresse térmico. Entretanto, a maior parte dos acidentes desta natureza encontra-se relacionada a eventos que envolvem mais de um elemento (combinação de elementos), ou aos secundários ou derivados (SMITH, 1997).

Smith (op.cit.) classifica acidentes climáticos a partir deste critério (figura 3.4).

Dentre os elementos, as precipitações intensas são deflagradoras dos acidentes mais frequentes relacionados aos fenômenos climáticos. Todos os anos são registrados ao redor do mundo muitas mortes e perdas econômicas decorrentes de episódios pluviais concentrados. Inundações, alagamentos, desabamentos, deslizamentos, desorganização no espaço urbano figuram entre as conseqüências das precipitações intensas que afetam milhares de pessoas (figura 3.4).

<p>Extremos provocados por um único elemento (acidentes comuns)</p> <ul style="list-style-type: none"> - temperatura - precipitação - nevasca - rajadas de vento 	<p>Eventos com combinação de elementos (acidentes primários)</p> <ul style="list-style-type: none"> - ciclone: vento + chuva - tempestades de neve: vento + neve - temporais: chuva + raios - tornados: vento + tufão - geadas
<p>Extremos de um único elemento (acidentes menos comuns)</p> <ul style="list-style-type: none"> - raios - granizo - nevoeiro 	<p>Acidentes secundários (derivados dos elementos climáticos)</p> <ul style="list-style-type: none"> - enchentes - secas - queimadas - avalanches - deslizamentos - epidemias

Figura 3.4 – Classificação de acidentes climáticos no mundo.

Fonte: adaptado de SMITH (1997).

Considerando que grande parte da população mundial vive próxima ao litoral ou em áreas sujeitas a alagamentos, as enchentes são o mais comum acidente ambiental do mundo, sendo uma enorme ameaça a milhões de pessoas. A International Commission on Large Dams (ICOLD) realizou um levantamento em 20 países sobre impactos sociais e econômicos oriundos de enchentes, concluíram “(...) *that the floods are the most important natural hazard in 65% of the countries and that the floods constitute in 90% of the cases the first or second most important natural hazard*” (<http://www.icold-cigb.org/PDF/berga.PDF>), sendo a responsável pelo maior número de mortes em relação a outros acidentes naturais (figura 3.5). Dados da Cruz Vermelha estimam que entre os anos de 1970 a 1995 as enchentes afetaram mais que 1,5 bilhões de pessoas, entre as quais mais de 318.000 morreram e mais de 81 milhões ficaram desabrigadas. (PILKE e DOWNTON, 2000).

As enchentes provocam enormes prejuízos, tanto em vidas quanto econômicos, atingindo países em todo o mundo (figura 3.6). No Brasil, em especial, as catástrofes naturais que ocorrem estão em sua maioria relacionadas a ocorrências de precipitação, sendo raros eventos como abalos sísmicos ou tornados. Devido ao seu regime climático, o país apresenta grande incidência de intensas chuvas no verão, atingindo milhares de pessoas. No campo há perda de safras, refletindo-se nas esferas social e econômica.

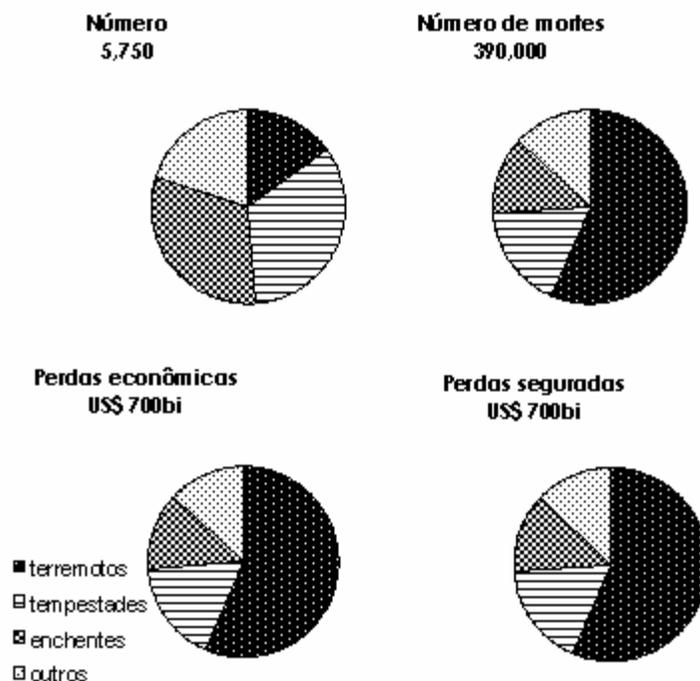


Figura 3.5 – Danos causados por acidentes naturais no mundo

Fonte: adaptado de <http://www.icold-cigb.org/PDF/berga.PDF>> Acessado em 25 jan. 2004

País	Ano	Vítimas	Perdas econômicas (em milhões de dólares)
CHINA	Jul-Ago 1991	3.074	15.000
CHINA	Jun-Set 1993	3.300	11.000
USA	Jul-Ago 1993	38	15.600
HOLANDA	Jan-Fev 1995	5	1.650
NORUEGA	Mai -Jun 1995	1	240
CORÉIA DO NORTE	Ago-Set 1996	68	15.000
CORÉIA DO SUL	Jul 1996	99	600
CHINA	Jun-Ago 1996	3.048	24.000
CHINA	Jul-Ago 1998	4.150	30.00
BANGLADESH	Ago-Set 1998	1.655	13.000
AMÉRICA CENTRAL (FURACÃO MITCH)	Out 1998	20.000	4.000
EUA (FURACÃO GEORGES)	Set 1998	4.000	10.000
VENEZUELA	Dez 1999	20.000	15.000

Figura 3.6– Enchentes catastróficas mais importantes nos anos de 1989 a 1999.

Fonte: <http://www.icold-cigb.org/PDF/berga.PDF>. Acessado em 25 jan. 2004.

Cidades da região Sul, como os municípios do Vale do Itajaí, sofrem com as enchentes; na capital paulista são recorrentes os episódios de alagamentos que provocam caos urbano; nos

estados do Rio de Janeiro, de Minas Gerais, no litoral paulista e nas capitais do nordeste as chuvas deixam milhares de desabrigados e um grande número de mortos em decorrência de deslizamentos.

O progresso tecnológico alcançado nas últimas décadas permite uma maior intervenção no meio físico, com conseqüente otimização dos recursos; por outro lado, o ambiente antropizado tornou-se mais inflexível às oscilações. A infraestrutura urbana é muito sensível à rotina de produção, comunicações, transporte, suprimento de água, energia, etc., potencializando acidentes decorrentes de fenômenos como enchentes ou tempestades, que podem levar a grandes perdas econômicas e incômodos à população. Mudanças na paisagem natural associadas com a infraestrutura criada pelo homem, podem contribuir para maiores catástrofes durante eventos extremos de precipitação. (KARL, 1998, p.156).

Smith (1997) coloca que considerando o período de 1960 a 1990, houve uma diminuição de vítimas e perdas econômicas relativas a furacões nas Américas, pois a evolução nos esquemas de planejamento, previsão e evacuação da população amortiza as perdas relacionadas. Contudo, o número de danos e pessoas afetadas pelas enchentes cresceu significativamente no período.

A intensa ocupação e impermeabilização do solo, assim como a remoção da vegetação, diminuem as áreas de infiltração, aumentando o escoamento superficial, e em decorrência, elevando a probabilidade de alagamentos e enchentes, mesmo em episódios pluviais com montantes não tão extremos (NUNES, inédito). O mesmo processo em relação aos eventos de escorregamento foi observado nas regiões de Ubatuba (ALMEIDA et al.,1991) e do Guarujá (NUNES e MODESTO,1996; ARAKI,2003). Na Serra de Paranapiacaba e Baixada Santista, registra-se o aumento de eventos catastróficos desencadeados por totais dentro do padrão de precipitação do local (NUNES,1990), demonstrando uma tendência do crescimento da vulnerabilidade da sociedade, principalmente das parcelas mais carentes.

3.1.3. Estudos de precipitação e de eventos pluviais extremos positivos

Por atingirem um grande contingente populacional e afetarem várias regiões, existem inúmeras pesquisas que têm como temática as precipitações intensas.

Setzer (1973) apresentou mapas com isoietas das chuvas de intensidade máxima para 30 minutos de duração e recorrência de 10, 25 e 50 anos de 11 cidades paulistas e 4 de áreas limítrofes nos estados do Paraná e do Rio de Janeiro.

Analisando as escalas espaciais e temporais das chuvas intensas em Israel, Sharon e Kutiel (1986) concluíram que há no país uma incidência relativamente grande de chuvas de alta intensidade resultantes de uma convecção condicionada pela superfície em várias regiões, principalmente ao longo da costa e sobre as fendas de vales. As chuvas intensas também são características no Deserto de Negev. Sazonalmente o outono é a estação mais chuvosa e com maior ocorrência de chuvas extremas em todas as regiões.

Nunes et al. (1989) relacionaram montantes diários de chuva, alterações no uso do solo e a ocorrências de escorregamentos e quedas de barreira no Guarujá entre 1965 e 1988, concluindo que nos períodos mais recentes investigados o aumento das ocorrências catastróficas estava relacionado ao agressivo uso do solo operado no local. Em 2003, Araki atualizou esse estudo (1990-2000), encontrando aumento no número de deslizamentos e manutenção nos montantes pluviais diários.

Fujibe (1999) classificou a variação diária das precipitações intensas no Japão em padrões de acordo com a região. Observou que a máxima por volta da meia-noite é mais visível para as precipitações intensas em longos períodos (3 a 6 horas), em consonância com o conhecimento empírico de que chuvas desastrosas no país ocorrem mais frequentemente no período da noite.

Peñarrocha, Estrela e Millan (2002) elaboraram uma classificação para os eventos de chuvas torrenciais na região de Valencia, Espanha, baseada na distribuição espacial da precipitação máxima diária. Os pesquisadores colocam que para esta localidade os padrões espaciais dos eventos pluviais extremos estão diretamente ligados aos fatores topográficos em situações atmosféricas de correntes úmidas de leste.

Oliveira, Fogaccia e Almeida (1998) investigaram as chuvas intensas e rápidas (10 em 10 minutos) nos anos de 1994, 1995 e 1996 para as cidades de Campinas, Presidente Prudente, Ribeirão Preto, São Paulo, Taubaté e Ubatuba, e observaram que todas apresentaram tendência à ocorrência de eventos de totais elevados no final da primavera e começo do verão, sendo que os meses de dezembro, janeiro e fevereiro apresentam a maior incidência de extremos. Constataram também que a probabilidade de ocorrência é maior nos períodos da tarde e da noite.

Além da análise das características físicas das chuvas, há no Brasil estudos que consideram também os fatores referentes aos impactos relacionados, buscando conhecer os diferentes limiares da sociedade frente aos extremos de precipitação.

Nunes (1990) elaborou um estudo sobre a pluviometria e suas manifestações excepcionais positivas na área de Cubatão e da Baixada Santista, analisando a chuva nas escalas anual, mensal e diária, com destaque para a conjugação de eventos de precipitação com totais expressivos e ocorrência de impactos associados. Observou que, sendo as chuvas elevadas e constantes características do local, os eventos catastróficos que ocorrem na área se devem à ocupação desregrada e intensa que rompe o equilíbrio local.

Perrella e Ferreira (2000) identificaram e mapearam áreas de risco propensas a inundações na cidade de São José dos Campos-SP, e realizaram uma análise temporo-espacial da precipitação no Vale do Paraíba e entorno. Uma importante constatação do trabalho foi a influência das chuvas antecedentes (chuvas ocorridas nos dias anteriores ao crítico) na deflagração das inundações. Também observaram que as áreas mais vulneráveis aos eventos pluviométricos situam-se onde há falta de planejamento e infra-estrutura.

Investigando dois episódios catastróficos (fevereiro de 1998 e janeiro de 2000) ocorridos na cidade de Petrópolis – RJ, Hack (2002) concluiu que as fortes chuvas de verão não foram as maiores responsáveis pelas calamidades, mas sim uma conjunção de fatores relacionados principalmente a ocupação inadequada da terra urbana e aspectos topográficos do sítio, somados ao desmatamento de encostas, deficiência da drenagem, bem como descaso aos estudos técnicos realizados sobre áreas propícias à ocupação.

Nunes, Calbete e Perrella (2001) elaboraram um estudo na região do Vale do Paraíba–SP, visando avaliar se os padrões de precipitação apresentaram uma mudança que pudesse ser responsável pelo aumento de eventos de deslizamento e alagamentos observados na área. Concluíram que o outono e o inverno apresentaram aumento nos totais pluviométricos no período de 1978 – 1997, o que pode estar ligado à atuação do El Niño.

Nunes (2002) verificou a relação entre a pluviosidade e os problemas ambientais no município de São Sebastião – SP. A pesquisa mostrou que o local não apresenta processos de mudanças climáticas que justificassem o aumento do número de deslizamentos de encostas e inundações observados na área, sendo que a minimização de tais problemas estaria no planejamento da ocupação territorial baseado em estudos dos processos climáticos, físicos, biológicos e das questões socioeconômicas da cidade.

Gonçalves (2003) constatou que os eventos de chuvas intensas em Salvador, BA de maior repercussão espacial são aqueles iguais ou superiores a 60mm/24h; a partir desse limiar

ocorrem inundações, sendo os escorregamentos mais efetivos a partir da intensidade de 70mm/24. Não obstante os episódios pluviais concentrados atuarem como o principal agente deflagrador, a desorganização que ocorre no espaço urbano da cidade é fruto da inter-relação entre os atributos geocológicos e problemas políticos, econômicos e sociais.

Uma das grandes questões em relação ao clima no final do século XX e começo do XXI refere-se a um provável aumento na frequência e intensidade dos eventos extremos de precipitação em decorrência das mudanças climáticas.

Projeções realizadas pelo IPCC (1996) utilizando os Modelos de Circulação Geral (General Circulation Models, GCMs) estimam um crescimento na média global de precipitação em decorrência do aumento de CO₂ e outros gases de efeito estufa. O aquecimento levaria a uma maior quantidade de vapor d'água na atmosfera e maior transporte para as altas latitudes do Hemisfério Norte e, em consequência, intensificação na convergência de vapor e na precipitação. Já foi observada (IPCC, op.cit.) uma pequena tendência global positiva (1%) na precipitação sobre áreas continentais durante o século XX.

Cubash e Kasang (2001) e Houghton (2003) colocam que se pode assumir que em regiões com aumento de precipitação haverá também maior registro de chuvas intensas, devido a maior capacidade da atmosfera em absorver umidade, elevando assim a quantidade de vapor d'água absoluto, o que implicaria na intensificação do ciclo hidrológico e maior probabilidade na ocorrência de eventos extremos.

Tais constatações têm motivado a busca pela compreensão da variabilidade, padrões e tendências das precipitações em diversas regiões. Entre os autores que contribuem para essa temática, Cornish (1977) examinou as mudanças anuais e sazonais na precipitação em New South Wales, Austrália. Observou que houve um significativo acréscimo nos totais anuais e sazonais – mais precisamente no verão - da chuva na região desde 1946.

Examinando mudanças na variabilidade da precipitação em cinco regiões da Inglaterra e Gales, Wigley e Jones (1987) constataram que a única mudança estatística significativa no período analisado (1976-1985) foi um aumento na frequência de extremos de verões secos e primaveras úmidas.

Kunkel, Pielke Jr. e Changnon (1999) realizaram uma revisão em trabalhos produzidos nos Estados Unidos que abordaram as tendências dos impactos sociais causados pelos extremos de tempo e clima durante o século XX, comparando-os com as tendências dos fenômenos

atmosféricos associados. Concluíram que houve um aumento nos impactos econômicos, que alcançaram um pico na década de 1990; todavia, as tendências na frequência e severidade dos fenômenos atmosféricos relacionados não exibiram aumentos comparáveis, demonstrando que os crescentes danos econômicos provavelmente estão associados às mudanças sociais. Contudo, observaram que as três décadas finais do século passado foram caracterizadas pela alta frequência de eventos de chuvas pesadas, refletindo-se no aumento de danos causados por inundações nestas décadas em comparação aos 65 anos anteriores. Ainda para esse país Kunkel, Andsager e Easterling (1998) utilizaram uma análise da tendência temporal em eventos de precipitação intensa, constatando um padrão ascendente desses fenômenos em amplas áreas do país no período de 1931 a 1996. Os valores mais significativos de elevação, de 25% a 100%, ocorreram sobre a região sudoeste e na área das Grandes Planícies, através do Vale do rio Mississipi e sul dos Grandes Lagos. Em média, a frequência dos eventos anômalos é maior no verão.

New, Todd, Hulme e Jones (2001) através da utilização de dados de longas séries temporais, observaram que a precipitação global sobre os continentes (excluindo a Antártica) aumentou por volta de 9mm durante o século XX, com considerável variabilidade decenal. Especialmente, a precipitação elevou-se sobre áreas com extensas porções de terra, exceto a região tropical norte e no sudeste da África, partes da Amazônia e do oeste da América do Sul. Os dados também mostram evidências de aumento da intensidade das precipitações diárias, geralmente manifestada pela elevação da incidência de dias chuvosos e uma maior proporção da precipitação total que ocorre durante os eventos extremos. Em outros locais também houve aumento na persistência de períodos úmidos.

Brunetti, Maugeri e Nanni (2002) analisaram a precipitação sazonal e anual e o número de dias com chuva de 1920 a 1998, para investigar como as precipitações intensas e extremas têm ocorrido no nordeste da Itália. Encontraram uma tendência negativa no número de dias úmidos associados com um aumento na contribuição das chuvas pesadas para o total de precipitação, sendo que tal fato está em consonância com uma redução no período de retorno para os eventos extremos.

No Brasil, Sant'Anna Neto (1997) constatou uma tendência de elevação da pluviosidade em cerca de 12%, no estado de São Paulo considerando o período de 1941-1993. As alterações não foram espacialmente lineares, tendo em vista que houve aumento de chuvas na porção central (exceto na região de São Carlos), norte e oeste (excluindo Presidente Prudente). Os eventos

extremos positivos e negativos apresentaram amplitudes crescentes, e o maior número de anomalias ocorreu no oeste do território paulista.

Silva e Guetter (2003) observaram no estado do Paraná mudanças ligadas ao ciclo hidrológico e à temperatura. Alguns municípios apresentaram gradativamente, desde meados da década de 1970, intensificação localizada da precipitação e aumento do número de dias com chuvas pesadas.

O aumento na frequência da precipitação também pode estar relacionado à urbanização. Nkemdirim (1988), em um estudo sobre os padrões de precipitação diários num período de 86 anos para a cidade de Calgary - Canadá observou uma significativa tendência de elevação na frequência de dias com precipitação no local, relacionada ao aumento de cobertura de nuvens, atribuindo esta elevação ao crescimento urbano e a ilha de calor decorrente deste processo.

Fonzar (1997) analisou as variáveis climáticas de quatro cidades no estado de Goiás, comparando as normais climatológicas de 1931-1960 e 1961-1990, constatando que em duas localidades, Pirenópolis e Goiânia, houve aumento na precipitação média.

Uma das dificuldades enfrentadas na tentativa da compreensão da dinâmica das chuvas intensas encontra-se nas técnicas utilizadas para a análise das séries de dados, considerando que os fenômenos naturais não obedecem à lógica matemática. Porém, os pesquisadores têm se empenhado em desenvolver, aplicar e avaliar modelos estatísticos que melhor possam se aproximar do comportamento dos eventos pluviais extremos.

Zullo (1992) aplicou as técnicas de componentes principais e agrupamentos na análise das precipitações do nordeste paraense e estado de São Paulo visando o conhecimento dos padrões predominantes nas áreas investigadas. Constatou que os resultados nas duas análises obtidos mostram que as técnicas são coerentes nos estudos de precipitação.

Mello, Arruda e Ortolani (1994), avaliaram as técnicas de distribuição Gama, de Erlang, lognormal e de valores extremos na análise amostral de totais pluviais máximos horários em Campinas-SP, com o objetivo de discutir a adequação dos modelos de distribuição para tais amostras. Concluíram que as técnicas são adequadas com 95% de confiabilidade para os meses de dezembro, fevereiro e março; para o mês de janeiro apenas a distribuição de Erlang e a lognormal são representativas. O estudo mostrou ainda que Campinas apresenta acentuada tendência à ocorrência anual de elevados totais pluviais num intervalo horário, sendo que janeiro é mês com maior potencialidade para essas ocorrências e março, o mês crítico.

4. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Considerando que os impactos gerados pelos eventos pluviais refletem as interações entre a natureza física do fenômeno e a organização da sociedade em seu território, é de fundamental importância o conhecimento das características ecológicas e urbanas da área a ser estudada para a compreensão dos processos resultantes.

No estudo em questão, o conhecimento de como ocorreu a ocupação e a organização da população sobre o sítio da RMC é um elemento essencial. Por privilegiar a alocação do capital, como resultante tem-se uma gama de problemas ambientais e sociais que culminam em uma maior frequência de perdas para a comunidade local - que não é beneficiária dos ganhos associados à desestruturação do ambiente - mesmo durante episódios pluviais mais próximos aos valores habituais.

Para o entendimento deste contexto, serão enfocadas as características físicas do local e o processo de expansão urbana, resultado de uma conformação histórica.

4.1. Aspectos geográficos gerais da RMC

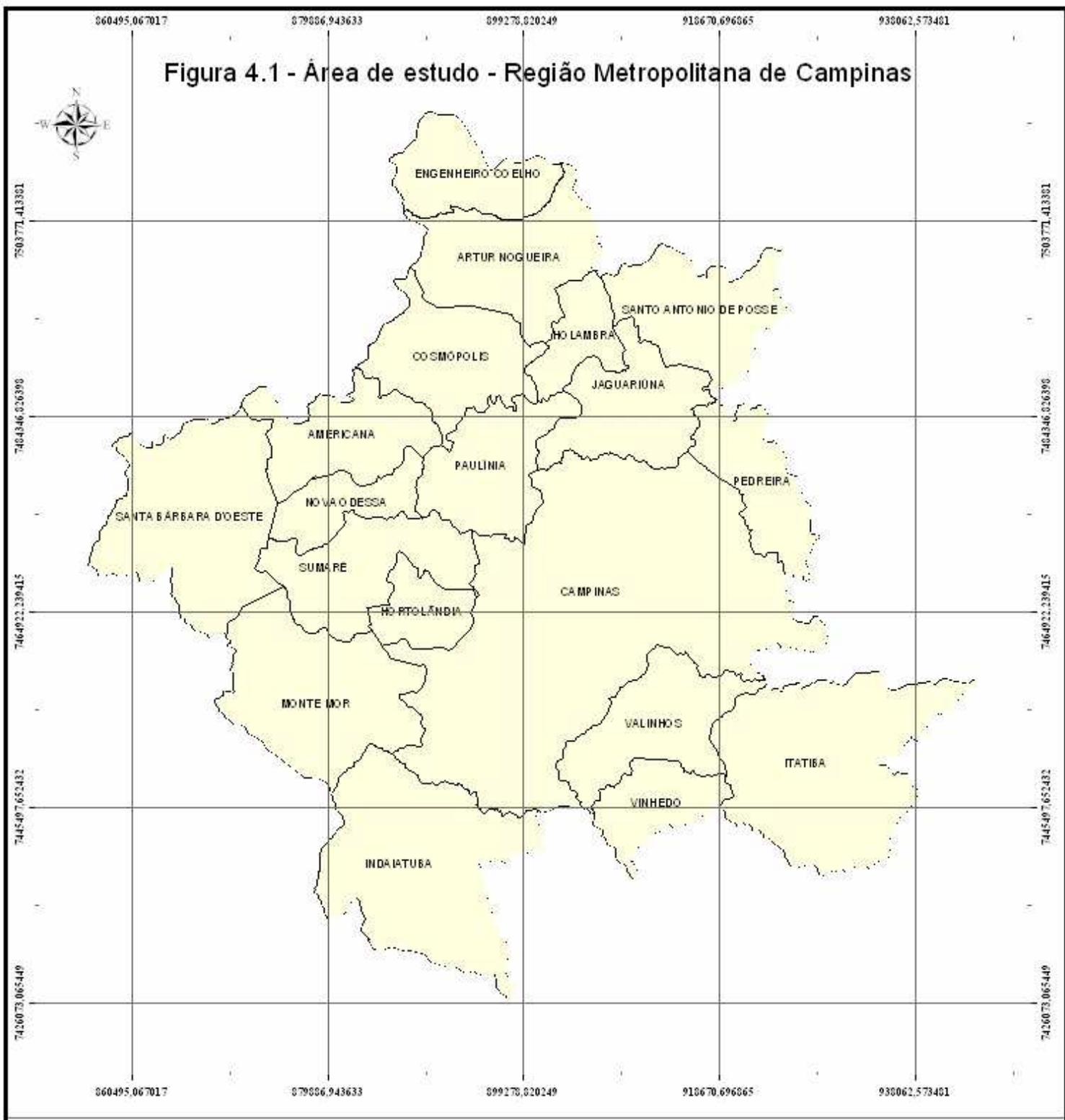
A Região Metropolitana de Campinas localiza-se no estado de São Paulo, entre as latitudes 22° 30' e 23° 15' S, e longitudes 46° 30' e 47° 00' W, ocupando uma área de aproximadamente 3.673km² (1,5% da superfície estadual). Situa-se na zona intertropical, caracterizada por uma estação com elevadas temperaturas e períodos úmidos, e por outra com temperaturas mais amenas e menor pluviosidade.

Em seu território há cerca de 2,3 milhões de habitantes (IBGE, 2001) distribuídos desigualmente por dezenove municípios nucleados por Campinas, que possui 887 km², correspondente a ¼ do total da área metropolitana (figura 4.1). Sua institucionalização ocorreu em 19 de junho de 2000 através da Lei Complementar Estadual nº 870, resultado da articulação econômica, social e cultural da região, da conurbação e dependência funcional entre os municípios e de sua dimensão populacional e econômica (FONSECA et al., 2002).

A RMC caracteriza-se por intenso dinamismo, pois “*o moderno sistema viário regional, as cadeias produtivas implantadas em seu território e a alta mobilidade espacial de sua população são fatores de integração que dão coerência à dinâmica metropolitana*” (FERNANDES, 2002).

O setor industrial é diversificado, produzindo desde artigos pesados como os mecânicos, passando pelo têxtil e químico, até a alta tecnologia dos ramos da informática e telecomunicações

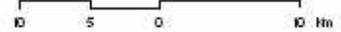
Figura 4.1 - Área de estudo - Região Metropolitana de Campinas



Limites Municipais RMC

Projeção: UTM - Transverso Mercator -
 Zona 23 - Sul
 Datum: WGS84
 Fonte: IBGE 2001
 Postos: MUR, DAEBIAC
 Organização: Antrópica/Unicamp

Escala



fabricados em indústrias de pequeno e médio porte, bem como em multinacionais. A atividade agropecuária possui duas vertentes principais: a articulação com a indústria e a produção voltada para as classes mais abastadas. (GONÇALVES e SEMEGHINI, 2002).

Destaca-se também o setor de serviços da RMC de abrangência estadual e nacional: uma moderna infra-estrutura de transportes com um grande volume de cargas, entroncamento de importantes rodovias como Anhangüera, Bandeirantes e D. Pedro, o Aeroporto Internacional de Viracopos, atualmente o maior do país em termos de carga; renomados complexos de ciência e tecnologia -UNICAMP, o CPqD, a Replan- e empreendimentos de grande porte no comércio voltados para um padrão de consumo metropolitano. Empresas importantes como Rhodia, Compaq, Lucent e Siemens, entre outras, também se encontram na RMC.

A região tornou-se desta forma um pólo de atração populacional e, em conseqüência, a estrutura urbana foi se ampliando para acomodar esse contingente, nem sempre em consonância com as especificidades físicas da área, como as características geomorfológicas e hidrológicas, bem como a dinâmica climática.

4.2. Aspectos físicos da RMC

4.2.1. Dinâmica climática

Os impactos relacionados aos fenômenos pluviais na RMC, em sua maioria alagamentos, acontecem principalmente na primavera e verão, período de precipitações intensas.

Localizada em área de transição climática em termos de grande e mesoescalas, a região sofre a influência de diferentes sistemas atmosféricos, conforme retratado na figura 4.2, produzida por Monteiro (1973). O confronto entre massas tropicais com características diversas de temperatura e umidade, e extratropicais confere complexidade quanto aos tipos de tempo resultantes.

Em um estudo sobre o clima local de Campinas, Tavares (1974) reforça que “(...) *os atributos básicos do clima local são resultantes da interação existente entre a circulação regional e as componentes geo-ecológica e geo-urbana*”.

O Sistema Frontal Polar Atlântico foi identificado como de grande importância na circulação regional, possuindo marcada atuação na sucessão dos tipos de tempo. O autor coloca

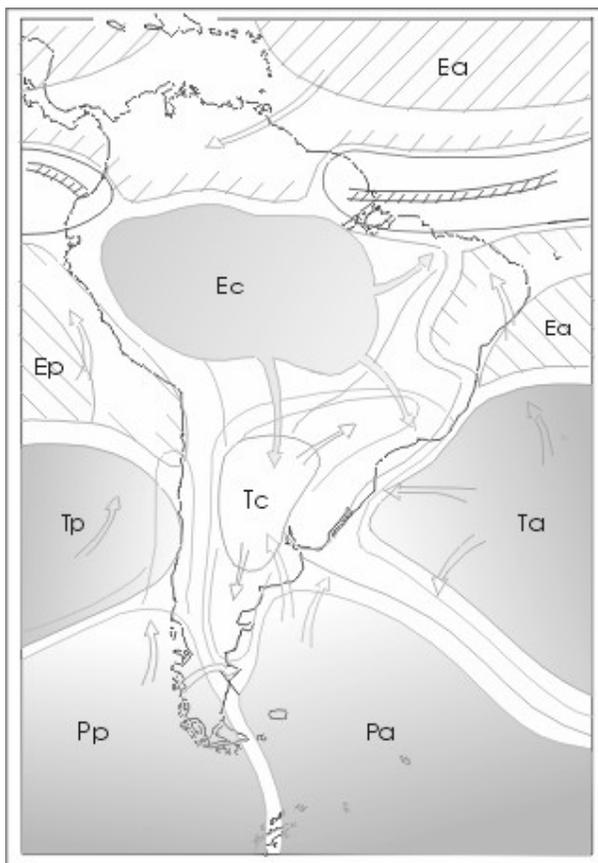


Figura 4.2 – Sistemas atmosféricos atuantes no Brasil em janeiro (situação de verão).

Fonte: MONTEIRO, 1973.²

que na primavera/verão, a Massa Polar (P) tem uma importante atuação na gênese da precipitação em confronto com outras massas, propiciando condições de frontogênese. Quando as pressões encontram-se mais elevadas na porção meridional do continente ocorrem avanços da massa polar com maior frequência, e há desempenho mais prolongado da Frente Polar Reflexa (FPR), propiciando períodos chuvosos e instáveis. As condições de estabilidade retornam com o domínio do sistema Polar Velho (Pv) ou do sistema Tropical Atlântico (Ta). O Ta avança sobre o continente quando as pressões estão reduzidas ao sul, trazendo altas temperaturas e

diminuindo a umidade relativa do ar. As frontogêneses, nessa situação, são moderadas na altura do Rio da Prata devido às pressões reduzidas da Polar Atlântica (Pa), e a frente apresenta-se ondulada e com calhas induzidas, com tempo instável ao longo destas.

Em ocasiões com domínio da Tc, a região experimenta condições de estabilidade, altas temperaturas e diminuição da precipitação, que ocorrem neste quadro devido à convecção local.

“entretanto parece que este efeito térmico (aumento de temperatura no aquecimento pré-frontal) tem significação importante no aumento das chuvas frontais de verão. Se nesta época do ano as propriedades da massa polar fazem diminuir a intensidade de contraste com a Ta, (podemos admitir) que a atuação

² Extraído do CD-Rom desenvolvido pelo Grupo de Pesquisa Climatologia Geográfica, que reproduz integralmente a obra.

prévia da Tc sobre sua região de passagem, e sua interposição sobre as duas massas de ar, produza efeitos agravantes à descontinuidade frontal, seja cooperando pela instabilidade basal da massa fria, seja pelas implicações superiores na superfície frontal” (MONTEIRO,1973).

No período de outono/inverno, apesar de incomuns, acontecem episódios pluviais intensos decorrentes da passagem mais constante de frentes derivadas das frontogêneses nas latitudes tropicais, mesmo ressaltando que a característica principal dessas estações é a estabilidade e baixa umidade devido a predominância dos sistemas anticiclônicos Pv e Ta.

Em todas as estações sazonais os maiores totais pluviométricos verificados encontraram-se relacionados à atuação do sistema Tropical Atlântico com calhas induzidas. As chuvas verificadas sob o domínio desse sistema são, em geral, localizadas e de grande intensidade. (TAVARES, 1974).

4.2.2. Aspectos geomorfológicos e pedológicos

O comportamento sazonal da precipitação da região, caracterizado pela concentração da chuva nos meses de verão, associado aos aspectos geomorfológicos e pedológicos, contribui para mudanças na produção e transporte dos sedimentos (SIMÕES, 2001); que por sua vez são carregados para os níveis de base durante os episódios pluviais e depositando-se nos cursos d'água e cooperam para os problemas associados aos alagamentos. Desta forma, o conhecimento desses aspectos na região fornece elementos para a análise dos impactos relacionados aos eventos extremos pluviométricos.

A RMC localiza-se na Depressão Periférica Paulista, formada por terrenos sedimentares com um relevo colinoso e pouco movimentado, de vertentes suaves.

A leste, encontra-se o Planalto Atlântico com relevos de morros e serras associados ao embasamento pré-cambriano; a oeste observa-se a Cuesta de Botucatu.

Associando as características geológicas, geomorfológicas e pedológicas de Campinas ao processo de ocupação urbana, Simões (2001) concluiu que a região apresentou aumento de erosão acelerada com desenvolvimento de ravinas e voçorocas. As atividades antrópicas, através do uso e ocupação do solo, apresentaram importante contribuição no processo, associadas às características físicas da área. A zona oeste é formada por solos podzólicos (alta erodibilidade, de 0.043 a 0.050); este fato, somado ao acelerado crescimento populacional ocorrido na área (334,0% entre 1970-1991), expõe 35,0% do local a erosão acelerada. A região leste apresenta

densidade populacional mais baixa, tendo como principal uso a agricultura. O processo de ravinamento é resultante da interação entre a declividade, tipos de solo e precipitação atmosférica.

4.2.3. Hidrografia

A RMC é drenada pelas bacias do Piracicaba, Capivari e Jundiá (figura 4.3). Os principais cursos d'água da região são os rios Piracicaba, Jaguari, Atibaia, Camanducaia, Capivari e ribeirões Quilombo, Anhumas e Piçarrão. (VICENTINI, 1993; YAHN e GIACOMINI, 2002).

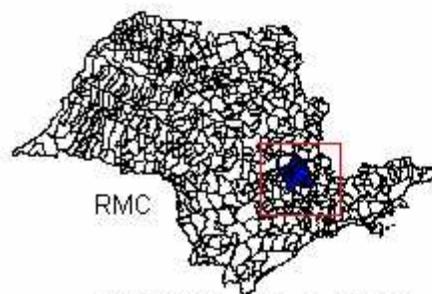
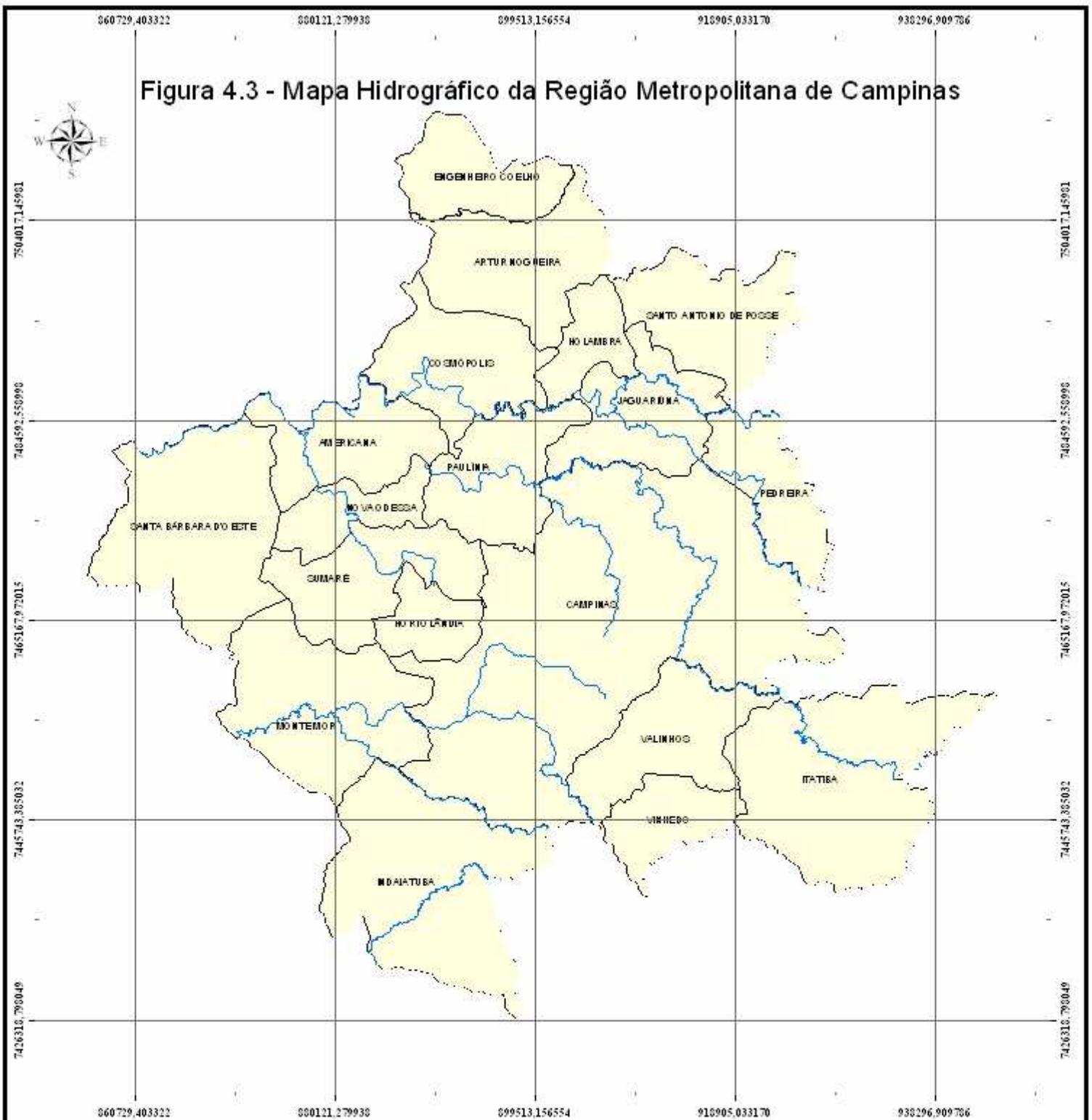
Um traço característico da região é a urbanização indiscriminada das bacias hidrográficas. A bacia do Córrego Piçarrão, por exemplo, possuía 80,0% de sua área urbanizada no início da década de 90; e a do Ribeirão Anhumas, 70,0% (VICENTINI, 1993). Conseqüentemente, a capacidade de infiltração do solo diminui o que somado ao assoreamento das margens, resulta em aumento das enchentes.

As enchentes que ocorrem na RMC podem ser classificadas em dois tipos (YAHN e GIACOMINI, 2002):

- a) Enchentes restritas às áreas ribeirinhas dos principais cursos d'água que afetam parte da população assentada próxima às margens: têm como fator gerador as chuvas de alta e média intensidades que acontecem durante uma seqüência prolongada de dias. A evolução deste tipo de enchente propicia a tomada de ações, como remoção da população vulnerável.
- b) Enchentes que atingem a maior parte da população urbana alocada nas bacias que drenam os córregos e ribeirões do local, oriundas de chuvas de alta intensidade e pelo alto nível de impermeabilização do solo urbano. Por ocorrerem de forma repentina e possuírem escoamentos volumosos, as ações preventivas são dificultadas nessa categoria.

Vicentini (1993) considera que os problemas relativos às enchentes no município de Campinas são originados por um sistema de drenagem obsoleto e pela ocupação indiscriminada dos fundos de vale e áreas de inundação, e coloca que as bacias do Córrego do Piçarrão e do Anhumas são as mais problemáticas, por serem as mais urbanizadas. Segmentos da bacia do Anhumas foram classificadas como de médio risco de inundação segundo critérios físicos, porém são observados alagamentos recorrentes na área, fruto da densa ocupação (BRIGUENTI, 2001).

Figura 4.3 - Mapa Hidrográfico da Região Metropolitana de Campinas



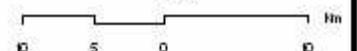
Limite Municipal RMC

Hidrografia

— hidrografia_RMC

Projeção: UTM - Transverso Mercator -
Zona 23 - Sul
Datum: WGS84
Fonte: IBGE, 2001
Postor: PLM, DA BEEIAC
Organização: André Akoya Vicente

Escala



4.3. A organização espacial da RMC: processo histórico e ocupação urbana

A organização espacial urbana contemporânea é consequência, sobretudo, de preceitos da estruturação econômica. O crescimento das metrópoles regionais reflete um modelo balizado pela globalização e expressa a configuração da urbanização das sociedades industriais decorrentes da *“forma de se organizar espacialmente o capitalismo contemporâneo”* (GONÇALVES E SEMEGHINI, 2002, p. 27).

Vários pesquisadores (FERNANDES et al., 2002; GONÇALVES e SEMEGHINI, 2002; PIRES e SANTOS, 2002) vêm estudando o processo de formação econômica na RMC e suas repercussões espaciais, que resultam, principalmente, da organização espacial do desenvolvimento cafeeiro em bases capitalistas, ocorrida no século XIX, e da expansão da industrialização brasileira ligada à política nacional do pós-guerra, inserida nas especificidades do desenvolvimento do estado paulista.

O crescimento e urbanização da cidade de São Paulo, propiciados pela riqueza gerada pela cafeicultura e seus desdobramentos, e posteriormente pela industrialização, foi acompanhado pelo simultâneo desenvolvimento de cidades do interior, mediante uma divisão do trabalho articulada. Esse processo gerou a ramificação e adensamento da rede urbana no interior do estado.

Sendo Campinas geograficamente privilegiada como ligação natural entre a capital e o interior, obteve vantagens desta posição estratégica, tanto por estar no raio de influência imediata da Região Metropolitana de São Paulo, quanto por ter sido beneficiada com o avanço da ocupação econômica para o oeste do estado.

“A depressão (periférica) é uma via de circulação natural, que tem a forma de um semi-círculo e através dela é possível atingir o norte e oeste do estado com relativa facilidade. As rodovias e ferrovias aproveitaram-se (...) (deste fato) sua ligação com a capital é efetuada por uma série de vales. Através do Planalto Atlântico (...) a terra campineira tornou-se passagem obrigatória na ligação de vastas áreas com São Paulo.” (TAVARES, 1974, pg.4).

Gonçalves e Semeghini (2002) relatam que partiam do município de Campinas a Companhia Mogiana e a Companhia Paulista, principais ferrovias do café, e aproveitando-se

destas vias de circulação estabeleceram-se no local indústrias de máquinas de beneficiamento. Nessa área também ocorreram as primeiras experiências com colonos (trabalho livre) nas décadas de 1840 e 1850. Ao lado das grandes fazendas de café foram formando-se pequenas e médias propriedades, os núcleos coloniais, que originariam posteriormente vários municípios como Americana, Sumaré, Nova Odessa, Cosmópolis e Artur Nogueira.

As transformações nos anos 30 do século XX provocadas pela crise do café e pelas mudanças políticas no país, fortalecem a importância regional de Campinas: das décadas de 1930 a 1960 a economia urbano-industrial adquiriu predominância na área; a pavimentação da via Anhangüera em 1948 consolidou a região como articuladora física e econômica entre interior e capital; a instalação de grandes empresas estrangeiras nas décadas de 50 e 60 potencializou a centralidade de Campinas. Esse processo reflete-se na organização espacial da cidade: entre 1945 e 1954 houve uma significativa expansão de 226% da mancha urbana do município, que de 16,25 km² passa para 53,3 km². Ocorreu também a implantação de loteamentos distantes do núcleo urbano, principalmente na direção sudoeste. Na década de 1950, em Americana, é observado processo semelhante, em relação à abertura de grandes loteamentos afastados da área central (PIRES e SANTOS, 2002).

Nos anos 70, a região recebeu importantes investimentos, com continuado desenvolvimento industrial e, concomitantemente, com a evolução de uma agropecuária moderna e diversificada, firmando-se também como pólo de indústrias de alta tecnologia.

A participação da RMC na produção industrial estadual atingiu 8,1% em 1980, ocorrendo também a expansão da agricultura e do setor de serviços na região. A população passou de 680 mil em 1970, para 1,2 milhões em 1980, com conseqüente expansão da área urbana dos municípios da região, favorecida pela implantação de ligações viárias e de loteamentos ao longo delas. (PIRES e SANTOS, 2002).

Na década de 90, não obstante o pequeno crescimento macroeconômico do país de forma geral, a RMC manteve seu peso na produção industrial estadual (FERNANDES et al., 2002.).

O expressivo desenvolvimento econômico refletiu-se na organização territorial da RMC. De acordo com Pires e Santos (2002), sua urbanização tem um “*caráter seletivo e excludente*”, que privilegia o capital, gerando um contexto complexo de graves entraves sociais e ambientais. O crescimento urbano, resultante principalmente da industrialização, modificou a

paisagem para a implantação de seus equipamentos, e para acomodar a população atraída pelas oportunidades econômicas. A carência de políticas públicas adequadas para mediar a ocupação dos espaços resultou em uma urbanização caótica.

Os autores analisaram a evolução da mancha urbana da RMC e a estrutura resultante. Constataram que o padrão de urbanização do local favoreceu a verticalização em diferentes municípios e o surgimento de condomínios fechados horizontais voltados para as classes média e alta, e ao mesmo tempo expulsou a população de baixa renda para bairros periféricos sem infraestrutura urbana e para as favelas. Ocorreu desta forma o abandono das áreas centrais com estrutura já instalada, resultando na expansão de áreas com baixa urbanização e uma mancha urbana espraiada. No eixo que compreende os municípios de Sumaré, Hortolândia e Monte Mor a urbanização é caracterizada pela precariedade dos assentamentos. No vetor de Barão Geraldo-Paulínia e Jaguariúna-Moji Mirim há o predomínio de habitações da classe média e alta e de centros de consumo voltados para essas classes. O mesmo se observa na direção de Joaquim Egídio e Sousas, distritos de Campinas, que possuem ainda áreas agrícolas produtivas e urbanização limitada pelo alto preço dos terrenos.

Essa dinâmica de crescimento e espraiamento da mancha urbana resultam em mudanças nos padrões de cobertura da terra, que se refletem no fluxo de energia entre a superfície e atmosfera, causando mudanças nas características climáticas que nem sempre são vantajosas para os habitantes.

5. METODOLOGIA

5.1. Dados pluviométricos

Um dos principais problemas enfrentados nas pesquisas climáticas refere-se à insuficiência de dados dos elementos atmosféricos, tanto no aspecto temporal (séries curtas) quanto no espacial (distribuição desigual dos postos no território). Neste contexto, Campinas é privilegiada por possuir uma extensa série temporal de dados pluviométricos, coletados a partir de 1890 pelo Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), que se constitui em um importante referencial para a investigação das repercussões das mudanças climáticas no Brasil. O município conta ainda com outros postos instalados, mantidos pelo Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE), o que provê a área com uma significativa cobertura espacial.

Para a análise dos padrões de precipitação do local de estudo foram utilizados dados pluviométricos das cidades que fazem parte da Região Metropolitana de Campinas (RMC), coletados pelos postos DAEE e do IAC perfazendo 11 postos.

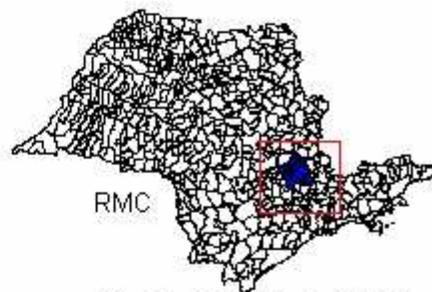
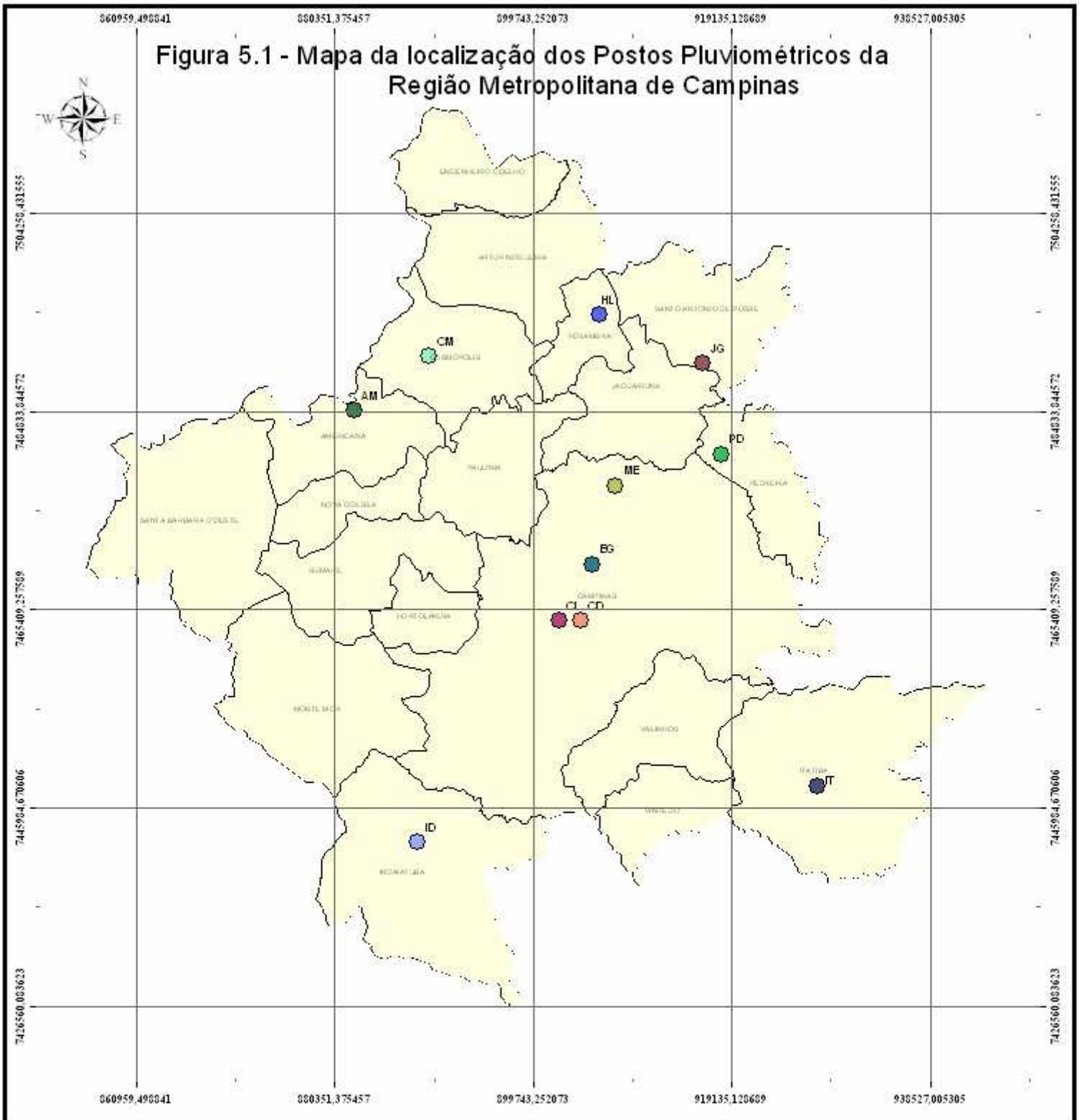
Apesar de algumas cidades da RMC não possuírem postos pluviométricos, ainda assim existe na região uma rede considerável de locais de medição que contemplam os aspectos espaciais e temporais importantes para este estudo: séries de dados com um período extenso e espacialmente representativo em sua relação amostral com a área (figura 5.1). A figura 5.2 mostra a lista das cidades e os respectivos postos utilizados. Foram selecionados os postos que apresentaram a série com até 5,0% de falhas nos dados diários, percentual que permite uma constatação das características gerais da precipitação.

Os valores foram extraídos do CD-Rom “Sistema de Informações para gerenciamento de recursos hídricos do estado de São Paulo” elaborado pelo DAEE e também disponibilizado no endereço eletrônico www.dae.sp.gov.br. Contou-se, também, com dados fornecidos pelo IAC. Os cálculos diversos para a caracterização das séries foram feitos com uso da planilha eletrônica Excell³. A partir desse procedimento foram aplicadas técnicas estatísticas de acordo com a escala de investigação.

Muitas séries apresentaram falhas nos dados. Segundo NUNES (2000) a chuva não é boa preditora de si mesma no estado de São Paulo. Assim, seguindo o proposto pela autora, os dados

³ Excell é marca registrada Microsoft. Versão 2000.

Figura 5.1 - Mapa da localização dos Postos Pluviométricos da Região Metropolitana de Campinas



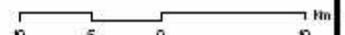
□ Limites Mun. RMC

Limites Municipais do Estado São Paulo

35

Projeção: Universal Transverse Mercator -
Zona 23 - SU
Datum: WGS84
Fonte: IBGE, 2001
Postos: RMC, DAEBIAC
Organização: Andreakoga vizeu

Escala



ausentes foram substituídos por dados efetivamente coletados em outro posto com similaridades em termos de proximidade geográfica e/ou características de sítio, especialmente altitude. Foi feita uma comparação empírica entre séries com dados em igual período, de maneira a fazer a melhor escolha entre as séries que intercambiaram dados.

Município	Posto e Sigla	Instituição	Alt (M)	Lat (s)	Long (w)	série completa
Americana	1- Americana	(AM) DAEE	540	22° 42'	47° 17'	1937 - 1999
Campinas	3- Campinas	(CD) DAEE	710	22° 53'	47° 04'	1941 - 1999
	4- Faz. Monte D'Este	(ME) DAEE	600	22° 46'	47° 02'	1958 - 1999
	5- Barão Geraldo	(BG) DAEE	630	22° 50'	41° 03'	1959 - 1999
	6- Campinas	(CI) IAC	669	22° 53'	47° 05'	1890 - 2003
Cosmópolis	7- Usina Éster	(UE) DAEE	560	22° 39'	47° 13'	1944 - 1999
Holambra	9- Fazenda Holambra	(FH) DAEE	600	22° 37'	47° 03'	1951 - 1999
Indaiatuba	10- Indaiatuba	(ID) DAEE	630	23° 05'	47° 13'	1939 - 1999
Itatiba	11- Itatiba	(IT) DAEE	780	23° 01'	46° 50'	1940 - 1999
Jaguariúna	12- Fazenda da Barra	(FB) DAEE	570	22° 39'	46° 57'	1943 - 1999
Pedreira	13- Pedreira	(PD) DAEE	590	22° 44'	46° 56'	1947 - 1999

Figura 5.2 - Postos Pluviométricos por município

De forma a ilustrar as diversas avaliações elaboradas com vistas à detecção dos padrões de precipitação local, efetuadas individualmente para cada posto, utilizou-se a Análise de Componentes Principais (valores de cargas ou *loadings*), que permitiu escolher o posto mais representativo do conjunto (valor mais alto de carga). Foi utilizado para esse fim o programa Statistica (*Statsoft*).

Entre as principais aplicações da Análise de Componentes Principais (ACP) estão sua capacidade em reduzir o número de variáveis em uma amostra e a detecção de estruturas a partir das inter-relações entre os componentes de um conjunto de dados específicos. Na presente pesquisa a ACP foi usada com o primeiro propósito, ou seja, reduzir as variáveis em um único fator. Na análise das cargas, o primeiro fator extraído é o que mais maximiza a variância do novo fator ao mesmo tempo em que minimiza a variância em torno desse novo fator (NUNES, 1997).

Pelos resultados obtidos os postos PD e ME são os mais representativos da área, por apresentarem valor mais alto de carga, conforme pode ser aferido pelo exame da tabela 4.1. Salienta-se que, de forma geral, todos os postos apresentaram valores altos de carga, o que atesta similaridade entre eles, como seria esperado tendo em vista que todos estão sujeitos aos mesmos controles de grande e de mesoescala. Desta forma, serão usados os gráficos e tabelas dos postos ME e PD, como os mais representativos, para ilustrar os resultados obtidos.

Tabela 5.1- Análise de componentes principais
Cargas (não rotacionadas)
Extração: Componentes Principais

	Fator1
AM	0,86
BG	0,94
ME	0,96
CD	0,94
CI	0,93
CM	0,84
HL	0,89
ID	0,89
IT	0,85
JG	0,90
PD	0,96
Expl.Var	9,04
Prp.Totl	0,82

5.2. Técnicas estatísticas utilizadas

Diversas técnicas estatísticas foram utilizadas para investigar o comportamento da precipitação em termos dos valores habituais e anômalos. Apesar de serem técnicas francamente lineares, em contraposição à não-linearidade dos processos físicos, particularmente da precipitação, elas têm sido rotineiramente usadas em estudos de valores extremos para destacar os episódios dentro do padrão e os excepcionais. Seus empregos possibilitam investigar a magnitude dos extremos, informação de grande importância neste estudo. Como vantagem adicional, essas técnicas são de uso e interpretação bastante fáceis.

Foram utilizadas as seguintes técnicas estatísticas:

Média (\bar{x})

A análise utilizando a média de elementos deve considerar a limitação desse recurso estatístico, sobretudo no que tange à precipitação, que é um processo aleatório, altamente variável

no tempo e no espaço. É indicada para séries com mais de 30 anos, pois “*dados referentes a 30/40 anos de duração, com toda probabilidade fornecerão a média real de precipitação a longo prazo, com erro médio de cerca de 2%.*” (WISLER e BRATER, 1964). Ainda, o uso de séries históricas para caracterização das séries é fortemente recomendado pela Organização Meteorológica Mundial, OMM. Todavia, esse fato merece discussões por parte da comunidade científica, tendo em vista as alterações que se processam rapidamente na atmosfera e que podem tornar inócua a consideração desse período com vistas a prover informações de caráter generalizante. Ainda assim, desde que utilizada com critério, pode representar uma importante ferramenta, pois “*sua consideração permite que cada índice registrado seja comparado com outro valor representativo de toda série (...)*”. (NUNES, 1990, p.40).

Desvio padrão (s)

O desvio padrão é uma medida de dispersão muito empregada, pois considera a totalidade dos valores da variável em estudo. Permite a observação da “*variação dos dados em relação à média aritmética da série; índices altos de desvio padrão indicam maior diferença entre os valores pluviométricos da série*” (NUNES, 1990).

O cálculo de desvio padrão considerou um grau de liberdade (n-1), recomendado para uma população de dados superior a 30 elementos.

Coefficiente de variação (CV)

Para propiciar uma observação amenizando essa contaminação de montantes elevados de precipitação e permitir a comparação da variabilidade temporal de diferentes postos, foi utilizado o índice do coeficiente de variação, que indica a variação relativa.

Nimer (1979) e Nunes (1997) utilizaram essa técnica, ressaltando que de maneira geral, os valores mais baixos de CV (menor variabilidade) estão relacionados com as médias pluviométricas anuais mais altas, e os valores mais altos (maior variabilidade), com as médias mais baixas.

Padronização (z)

Numa distribuição teórica, os valores da variável em análise apresentam um comportamento chamado padrão, ou seja, o arranjo das incidências em histogramas é estável; a média aritmética é zero e o desvio padrão, 1, denotando regularidade nos valores. Esse não é o caso dos dados naturais, de maneira que a padronização faz com que os valores ambientais

efetivamente medidos comportem-se como uma distribuição teórica permitindo alocar os dados em classes negativas ou positivas, fornecendo informações quanto à magnitude da anomalia.

Coefficiente de correlação (r)

O coeficiente de correlação é uma medida de associação linear, mas diferente da regressão permite a comparação de duas variáveis aleatórias ou independentes com o objetivo de examinar até que ponto essas variáveis são interdependentes. Quanto mais próximo de $r=1$, maior o grau de relação entre as duas variáveis.

Entretanto, conforme alertam Gerardi e Silva (1981, p.100) “*praticamente não se encontra em Geografia uma associação perfeita resultando em $r=1$. Por outro lado devemos tomar cuidado na interpretação do coeficiente (...). A análise de correlação deve ser utilizada particularmente para a verificação quantitativa das prováveis relações*”.

No presente estudo, o índice foi utilizado para investigar a provável relação entre o aumento no total pluviométrico anual e a ocorrência de precipitações extremas, uma associação bastante provável.

5.3. Escalas de análise

Para o conhecimento do comportamento da precipitação na RMC, buscando avaliar se houve mudanças significativas no período, as séries de dados foram analisadas nos níveis anual, mensal e diário. Através dos resultados obtidos gerou-se um banco de dados georreferenciado (SIG) utilizando-se o programa gerenciador de sistemas ARC GIS⁴. Mediante a espacialização das informações foram gerados produtos como: mapas temáticos e modelos numéricos de terreno (MNT).

Os dados foram organizados de forma a não separar os meses mais chuvosos (dezembro- janeiro- fevereiro), considerando como série anual o período de setembro a agosto. A investigação das médias mensais para o período mostrou que em setembro começa novamente o ciclo mais chuvoso, portanto, foi tomado como mês inicial.

Para a investigação na escala anual, visando o conhecimento do comportamento e das tendências da precipitação, foi calculada a média de cada série pluviométrica. Essa escala propicia o conhecimento da tendência da precipitação em cada posto pluviométrico no período, permitindo estimar o comportamento geral e dessemelhanças espaciais.

⁴ Arc GIS é marca registrada ESRI. Foi utilizada a versão 8.3.

Tomando como base as tabelas resultantes do cálculo da média, foram elaborados gráficos de representação para analisar as características das séries e sua variação interanual (apêndice A). Os dados de altura total da precipitação anual também foram utilizados nesta fase.

Os valores resultantes foram interpolados utilizando-se o modelo *inverso do quadrado da distância*, que foi escolhido por representar de forma mais significativa as diferenças de valores entre os postos (figura 6.1).

Através da padronização (figura 6.3 e 6.4) foram determinados os anos chuvosos/secos normais e anômalos, propiciando a investigação da variabilidade intranual no período.

Para ponderar as mudanças temporais e espaciais entre as décadas foram elaborados os mapas de índice de mudança (figura 6.9), segundo a proposta de Berry (1993) para avaliar o percentual de mudança em uma variável. Nunes (1997) utilizou essa técnica com o mesmo propósito.

O índice de mudança (IM) foi calculado através da fórmula:

$$I_M = [(V_{PA} - V_{PP}) / V_{PA}] * 100$$

onde:

I_M = índice de mudança

V_{PA} = valor do período anterior

V_{PP} = valor do período posterior

Na fase seguinte, os dados foram analisados no nível mensal através das técnicas de desvio padrão, coeficiente de variação e distribuição normal padrão permitindo observar as variações, ampliar o conhecimento da evolução da ocorrência de eventos extremos de precipitação e observar se houve mudanças nas suas intensidades e frequências.

Os dados mensais foram padronizados (figura 6.10) permitindo avaliar a magnitude dos eventos e tornando possível uma comparação balizada entre eles. Os resultados obtidos foram utilizados para a investigação da variabilidade mensal ao longo dos anos e para caracterizar os meses secos e chuvosos.

Posteriormente foram utilizadas as técnicas da distribuição média mensal em porcentagem (figuras 6.11 e 6.12) e de decomposição do valor médio mensal da precipitação (figuras 6.13 e 6.14) propostas por Schröder (1956).

Na primeira proposta, considerando o montante da precipitação anual como 100%, uma distribuição regular das chuvas ao longo do ano seria de 8,3%/mês. Desta forma, foram calculados os valores percentuais de contribuição mensal na precipitação anual, tomando como parâmetro este percentual. À classificação original foi acrescentado mais um intervalo nas classes superiores. A inserção de uma nova categoria objetiva diferenciar os meses que concentraram precipitações acima de 12,4%, que na classificação original são alocados no mesmo conjunto, pois para o presente trabalho é importante a compreender de forma detalhada a variação da distribuição concentrada. Além da nova categoria, a concentração acima de 24,9%/mês, correspondente ao triplo do valor fixo 8,3%, foi ressaltada através do número com grifo branco. O autor utiliza os termos seco, muito seco, úmido, muito úmido e ressalva que esta nomenclatura refere-se à quantidade de chuva, e não à ação fisiológica da chuva sobre a planta, o mesmo sendo considerado para o presente estudo.

A decomposição do valor médio das precipitações mensais consiste em distribuir os vários valores que compuseram a média histórica, através de um diagrama de dispersão, e possibilita analisar a variação dos valores quantitativos mensais no período considerado. A média mensal é traçada em uma linha, servindo como um parâmetro para análise.

A avaliação em nível diário foi realizada inicialmente definindo-se os valores de chuvas intensas. Um dos maiores desafios no estudo de eventos extremos é definir os limiares a partir dos quais uma chuva torna-se intensa, pois os valores variam de acordo com as características climáticas do lugar: por exemplo, uma precipitação de 80mm pode ser excepcional em uma região e usual em outra. Implica, igualmente, em uma variação sazonal, pois os mesmos 80mm podem ser usuais no verão e menos frequentes no inverno numa mesma localidade.

Na literatura são encontrados vários índices. Mello et al. (1994) colocam que a partir de 30mm/h as chuvas são classificadas como intensas, e a partir de 50,0mm/h a intensidade se torna crítica. Liebmann et al. (2001) consideram a média anual como parâmetro de determinação, pois quando uma precipitação diária excede um dado percentual da média para o período é classificada como extrema. Gonçalves (2003) estabeleceu como limiares as precipitações de intensidade igual ou superior a 60mm/24h, a partir dos quais ocorrem alagamentos em Salvador.

Após a inspeção dos dados da RMC e uma preliminar observação dos montantes que causam impacto na área, foi determinado inicialmente o valor igual ou maior à 50,0mm/24h como precipitações potencialmente deflagradoras de impacto. Através da inspeção dos dados

diários foram localizados os eventos a partir desse valor e sua data de ocorrência, que foram agrupados em seis classes de 50,0-59,9mm, 60,0-69,9mm, 70,0-79,9mm, 80,0-89,9mm, 90,0-99,9mm e acima de 100,0mm.

Inicialmente, através da análise estatística descritiva, foi identificado o evento com valor máximo para cada posto e a quantidade de episódios intensos totais. Foram utilizadas as Cartas Sinóticas e os Boletins Meteorológicos fornecidos pela Marinha Brasileira para a observação das condições meteorológicas na data de ocorrência do evento.

Na fase seguinte, o número de eventos foi agrupado por mês de incidência, permitindo determinar os meses com maior frequência de chuvas intensas (figura 6.16).

O coeficiente de correlação foi utilizado com o propósito de investigar se houve relação entre a incidência de eventos extremos e a variação da altura anual da precipitação.

A soma anual das precipitações ocorridas com montantes iguais ou maiores à 50,0mm/24h foi inserida em um gráfico de superfície (figura 6.18) que permitiu a observação das chuvas intensas em sua evolução temporal. Na ordenada X encontram-se os anos, e em Y os postos, que foram distribuídos na planilha de acordo com a proximidade geográfica. Esta análise permite dimensionar temporo-espacialmente a variável inserida. Esta técnica tem sido utilizada por diversos autores, podendo ser citado o estudo realizado por Vicente (2001) no estudo de precipitações impactantes para a cidade de Presidente Prudente.

Foi utilizado o índice de mudança também nesta escala de análise, com a finalidade de verificar as tendências na frequência de ocorrências dos eventos intensos. O volume de precipitações intensas foi espacializado por década (figura 6.20), através do SIG.

Uma das questões colocadas seria avaliar se a sociedade da RMC diminuiu sua vulnerabilidade frente aos eventos anômalos. Em face do grande desenvolvimento das técnicas e da tecnologia, as medidas estruturais se tornaram efetivas na absorção do ritmo da precipitação da área? O padrão de ocupação foi coerente com as características físicas do sistema? Diferentes parcelas da população apresentariam igual grau de vulnerabilidade?

Com esse objetivo os dados de precipitação foram correlacionados com as informações sobre os impactos decorrentes dos eventos pluviais extremos. O passo inicial foi realizar a coleta dos dados sócio-econômicos.

As fontes selecionadas foram:

1- Órgãos públicos da região: Prefeituras Municipais, Defesa Civil e Corpo de Bombeiros.

Foi elaborado um documento solicitando os seguintes dados sobre os impactos causados pelas chuvas intensas:

- data do evento
- pontos de inundação (por evento);
- impactos associados (por evento): perdas de vidas humanas, valor (aproximado) das perdas econômicas, número de desabrigados e desalojados, bairros mais atingidos (com relação aos danos estruturais, se possível a natureza dos danos).

Os contatos com as prefeituras da RMC foram realizados basicamente de duas formas: visita para solicitação dos dados e envio de ofício via correio.

Foram feitos contatos pessoais com as seguintes prefeituras:

- **Hortolândia:** - contato: o pedido foi encaminhado para a Secretaria do Meio Ambiente.
 - resultado obtido: não houve resposta.
- **Monte Mor:** - contato: o pedido foi protocolado.
 - resultado obtido: não houve resposta.
- **Santa Bárbara D'Oeste:** - contato: pedido encaminhado à Secretaria de Assistência Social e posteriormente protocolado.
 - resultado obtido: cerca de uma semana depois foi efetuado um contato telefônico, informando que os dados estavam sendo levantados, mas não foram disponibilizados até o término do trabalho.
- **Sumaré:** - contato: o pedido foi protocolado.
 - resultado obtido: não houve resposta.
- **Americana:** - contato: o pedido foi protocolado.
 - resultado obtido: não houve resposta.
- **Nova Odessa:** - contato: o documento foi recebido pelo engenheiro civil da prefeitura, que também é membro da Defesa Civil.
 - resultado obtido: segundo suas informações após o alargamento de um curso d'água que corta a cidade não houve mais problemas de alagamentos na cidade. O município possui um mapa sobre os potenciais pontos de alagamento que foi disponibilizado para a pesquisa, porém não havia registro de dados sobre os eventos passados.

- **Paulínia:** - contato: o ofício foi encaminhado à Defesa Civil Municipal.
- resultado obtido: O representante do órgão declarou que no município não acontecem incidentes com alagamentos. O acidente mais preocupante na cidade se relaciona à contaminação por substâncias químicas devido às indústrias ali instaladas e às cargas perigosas.

Para as prefeituras citadas abaixo fora encaminhados ofícios via correio, obtendo-se os seguintes resultados:

- **Artur Nogueira:** não houve resposta.
- **Cosmópolis:** não houve resposta.
- **Engenheiro Coelho:** o gabinete do prefeito enviou um ofício declarando “*não há registros históricos da cidade (...), dados ou informações que comprovem a existência de inundações ou de qualquer outro fenômeno do gênero, que tenha causado danos à população ou perdas econômicas para o município.*”
- **Indaiatuba:** não houve resposta.
- **Holambra:** em contato pessoal foi declarada a inexistência dos dados solicitados, em virtude da recente emancipação do município e da baixa ocorrência de impactos relativos à eventos pluviais.
- **Itatiba:** não houve resposta.
- **Jaguariúna:** não houve resposta.
- **Valinhos:** não houve resposta.
- **Pedreira:** não houve resposta.
- **Vinhedo:** não houve resposta.
- **Santo Antonio de Posse:** não houve resposta.
- **Campinas:** primeiramente, foi efetuado um contato com a Defesa Civil Municipal. O coordenador concedeu uma reunião, fornecendo algumas informações de caráter informal sobre os impactos relativos aos eventos pluviais, e orientou que se buscassem os dados oficialmente junto à prefeitura municipal. Foi realizada uma visita à referida prefeitura, mas não foi possível contatar a pessoa responsável. O ofício foi então encaminhado, mas não houve retorno. Em contato com a Defesa Civil Estadual, foi fornecida a referência do coordenador da Defesa Civil Regional, que concedeu uma reunião, e também em caráter informal, deu muitas informações sobre o município de Campinas e também da região. Declarou também a quase certa

impossibilidade de obtenção de dados formais. Posteriormente, foram conseguidas mais informações junto ao atual coordenador da Defesa Civil Regional que forneceu informações sobre o procedimento da Defesa Civil e planilha de locais de risco na RMC, e uma avaliação geral do quadro dos impactos associados com os eventos extremos.

Outro órgão público contatado foi o Corpo de Bombeiros da Polícia Militar, cujo responsável declarou a impossibilidade de fornecer as informações, pois a indexação do banco de dados não permite discernir a causa da ocorrência, por exemplo, um resgate de afogamento pode ser tanto decorrente de um incidente em um curso d'água quanto de um alagamento.

2- Imprensa

As informações sobre os eventos extremos registradas pela imprensa constituem-se uma das principais fontes de dados disponíveis no Brasil. Muitos pesquisadores fazem uso desses elementos em suas pesquisas, pelo fato de serem acessíveis e trazerem uma cobertura temporal relativamente satisfatória.

Os registros devem ser analisados criticamente, pois podem ocorrer imprecisões devido a questões de ordem conjuntural. Outro aspecto a ser considerado é que em muitos casos o evento pode não ser noticiado, pois como observaram Nunes (1989) e Vicente (2001) a imprensa muitas vezes só registra os casos que provoquem algum dano estrutural.

As fontes de imprensa consultadas foram:

- jornal Correio Popular – formato em papel.
- jornal Diário do Povo – formato em papel.
- jornal O Estado de São Paulo – formato em papel e digital via internet.
- jornal Folha de São Paulo – formato em papel e digital via internet.
- revista Veja- formato em papel e digital.

As informações em formato digital foram pesquisadas através da internet, nos laboratórios de informática do Instituto de Geociências, no acervo disponibilizado pelos jornais Folha de São Paulo, O Estado de São Paulo e revista Veja. Os subsídios encontrados nesta etapa relacionam-se apenas à década de 90, pois neste período ocorreu a informatização mais efetiva dos meios de comunicação.

O formato em papel foi obtido junto a três fontes:

- Hemeroteca da Biblioteca do Centro de Memória da UNICAMP (CMU): contêm um acervo de recortes indexados por assunto, relativos às informações veiculadas pela mídia impressa referentes ao município de Campinas. O acervo possuiu material desde a década de 20; todavia, as informações mais antigas são escassas, pois são oriundos de doação realizada por um particular, que selecionava as notícias de modo subjetivo. O arquivamento sistemático foi iniciado apenas na década de 90 e entre essa data o material coletado pelo doador há um hiato que se inicia em meados da década de 80.
- Biblioteca Municipal de Campinas: possui acervo indexado por assunto, com material a partir da década de 80.
- Biblioteca Central da Universidade de Campinas: possui um acervo da revista *Veja*.

Os elementos obtidos restringiram-se às décadas de 80 e 90, pois não havia publicações disponíveis anteriores a esse período, salvo alguns recortes assistemáticos.

Foram investigadas também informações disponibilizadas pelo Dartmouth Flood Observatory (www.dartmouth.edu/~floods) Observando as informações contidas nesse *site*, que possui dados sobre enchentes no mundo desde 1985, notou-se que, apesar da escala mundial, houve citação da ocorrência de eventos severos em Campinas, o que atesta a anomalia dessas ocorrências. Mas como essas informações foram referentes ao ano de 2001 não foram utilizadas nesta pesquisa. Empregou-se apenas os dados referentes à localização das inundações em escala global.

O grande volume de informações coletadas foram organizadas em um banco de dados alfa-numérico para cruzamento com os dados obtidos da análise da precipitação.

Tendo em vista a impossibilidade de obter informações junto aos órgãos oficiais, foram escolhidos episódios representativos como estudos de caso. Os critérios adotados para a seleção destas datas foram a análise dos anos nos quais ocorreram um elevado volume de chuvas precipitadas de forma intensa e a repercussão do episódio na imprensa. Em virtude da não obtenção de informações sobre a década de 60, foram examinados somente casos das décadas de 70, 80 e 90.

Mediante essas considerações, foram selecionados os seguintes eventos:

- **episódio do dia 12/08/1976:** foi o evento mais representativo coletado em relação à década de 70, que chamou muito a atenção da mídia e dos moradores, em decorrência da

excepcionalidade do acontecimento. Por isso, apesar do baixo volume pluvial registrado, foi considerado como significativo.

- **episódio do dia 31/05/1983 a 07/06/83:** a escolha deste evento reside no fato de que foi forte, tendo sido associado à ocorrência de um El Niño, que entre outros efeitos em escala mundial e regional, ocasionou chuvas intensas que deflagraram as enchentes mais flagelantes nos estados da região sul do Brasil durante o século XX, e se refletiram na escala anual e mensal na RMC (FONSECA, 2002). Os meses mais críticos foram junho a agosto (KAYANO e MOURA, 1986), quando padrões anômalos de circulação atmosférica aumentaram a precipitação em algumas regiões. As análises mensais para a RMC mostraram que maio e junho de 1983 apresentaram anomalias positivas, caracterizando-o um evento significativo.

- **episódio do dia 25/12/1997:** este episódio foi selecionado por ter ocupado um grande número de páginas dos jornais, como consequência dos prejuízos que causou. O alto volume de precipitação observado foi igualmente um dos critérios de seleção.

6. ANÁLISE

A série temporal engloba o período de 1959/60 a 1998/99, num total de 40 anos, constituindo-se uma série histórica de acordo com a exigência da Organização Meteorológica Mundial (OMM), que visa dessa forma manter um período que permita caracterizar um lugar sem peso excessivo aos eventos excepcionais, que num período curto poderia distorcer a média.

6.1. Análise anual

6.1.1. Distribuição espacial da precipitação média na RMC

Inicialmente os dados foram avaliados em nível anual, com definição da altura total da precipitação, da precipitação média, do desvio padrão (s) e do coeficiente de variação (CV) (apêndices A e B; figura 6.3) objetivando investigar a tendência da variabilidade temporal e espacial da chuva na RMC.

A análise da precipitação média nos postos da área, para o período de 1959/60 a 1998/99, mostrou que não ocorrem grandes diferenças espaciais.

O posto PD, na porção leste, apresentou a média mais elevada (figura 6.1), com baixo CV (figura 6.3) que indica pequena variabilidade nos totais anuais do posto ao longo do período. A média mais baixa foi registrada em ID, sudoeste da RMC, que também teve uma das mais altas taxas de CV da área. Observa-se que nas regiões leste (PD) e central (BG, ME, CD e CI) encontram-se as médias mais elevadas, enquanto que a sudeste e norte ocorre um declínio, que atinge os níveis mais baixos da área na porção sudoeste e oeste.

Não há uma relação clara entre a distribuição da precipitação e a altimetria, considerando que PD e AM encontram-se em altitudes próximas, mas com totais médios diferenciados, portanto, isso se deve à posição dos postos.

6.1.2. Anos chuvosos e secos

Através da padronização foi possível analisar a variabilidade temporal da precipitação, permitindo estabelecer anos chuvosos/secos no período, através do conhecimento das anomalias (figura 6.3).

Em dez postos -AM, HL, ID, IT, JG, PD, BG, ME, CD e CI- o ano de 1982/83 apresentou os mais altos índices de precipitação da série, com valores bastante superiores aos demais anos úmidos (tabela 6.1).

Tabela 6.1 – Ano mais chuvoso e mais seco na RMC

	ano mais chuvoso	ano mais seco	diferença	média do posto
Americana	82/ 83 2153,7	68/69 678,6	1475,1	1349,7
Barão Geraldo	82/ 83 2722,5	59/60 884,8	1837,7	1420,4
Monte D'Este	82/ 83 2520,1	61/62 938,7	1581,4	1407,5
Campinas/DAEE	82/ 83 2396,7	59/60 824,5	1572,2	1442,5
Campinas/IAC	82/ 83 2180,5	68/69 921,1	1259,3	1427,6
Cosmópolis	96/ 97 1910,8	68/69 773,0	1137,8	1376,4
Holambra	82/ 83 2123,3	68/69 676,5	1446,8	1370,2
Indaiatuba	82/ 83 2411,3	68/69 759,6	1651,7	1318,6
Itatiba	82/ 83 2406,3	78/ 79 660,4	1745,9	1381,5
Jaguariúna	82/ 83 2149,4	68/69 986,7	1162,7	1388,8
Pedreira	82/ 83 2491,5	68/69 900,7	1590,8	1478,0

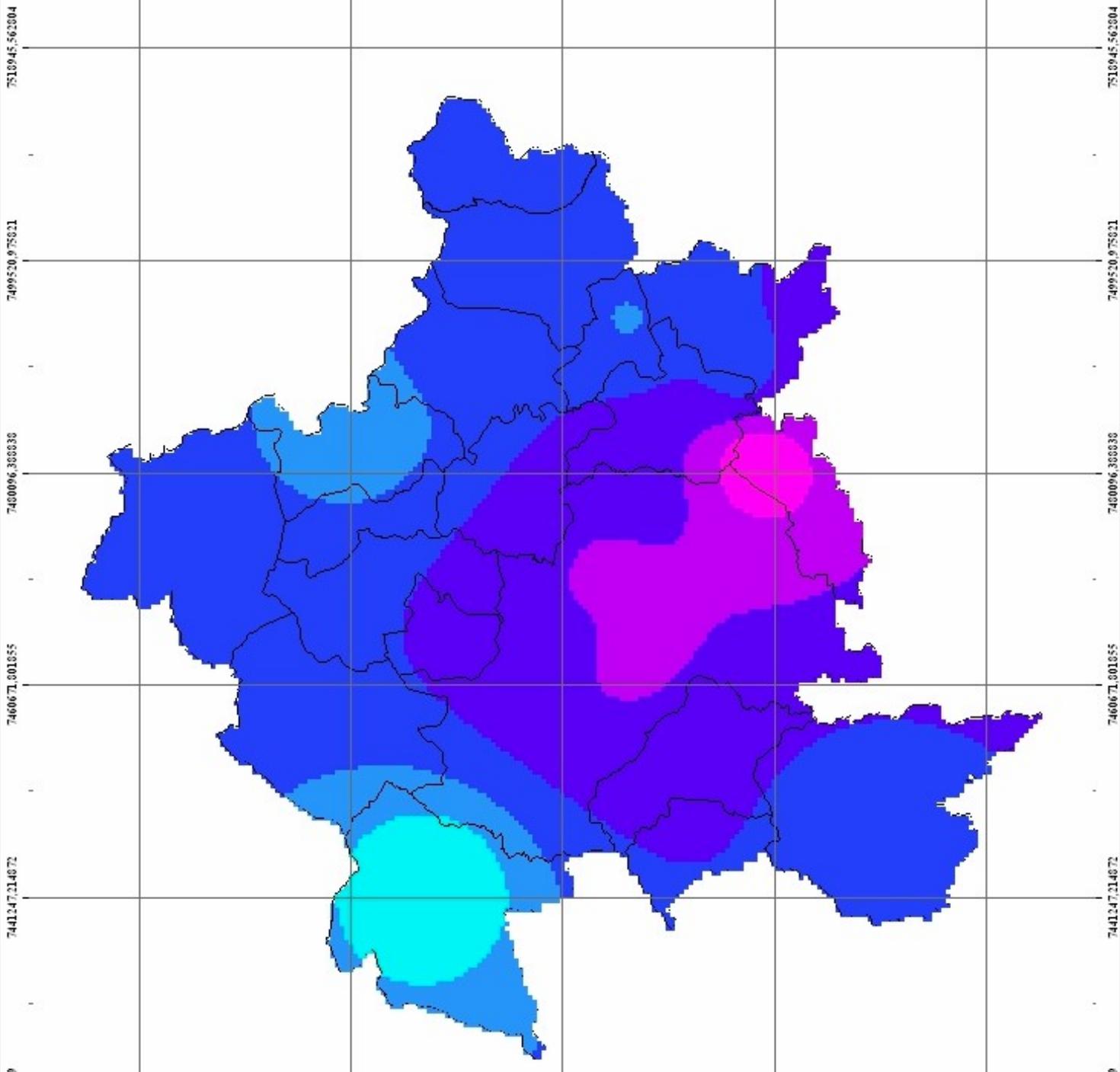
Este ano foi marcado pela manifestação de um dos mais fortes El Niño do século (tabela 6.2). Diversos autores (KAYANO e MOURA, 1986; ROPELEWSKI e HALPERT, 1987; GALVANI, 1995; NUNES, 1997; SILVEIRA, 2000, FONSECA, 2002) observaram uma tendência de aumento de precipitação nesse período em algumas regiões, relacionando-a à ocorrência do El Niño. A atividade convectiva na região sudeste do Brasil encontra-se associada, entre outros fatores de circulação local, à Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), que por sua vez sofre influências do El Niño (D'ALMEIDA e GRIMM,1998). Esse fenômeno de grande escala que atinge diversas áreas, especialmente nas latitudes tropicais a subtropicais, afeta o estado de São Paulo em suas manifestações particularmente fortes (NUNES, 2000).

Segundo Molion (apud GALVANI, 1995) “*normalmente os sistemas frontais que penetram na América do Sul avançam rapidamente para o Equador. Quando a corrente do jato subtropical (...) é mais intensa que o normal, impede o deslocamento destas frentes, que ficam detidas na região sul do jato. Nesses casos, a forte atividade convectiva associada às frentes provoca chuvas abundantes. Nos anos de El Niño, os jatos se intensificam, (...) em 1983, observou-se um jato cuja intensidade era de quatro a cinco vezes maior que à normal(...) (como consequência), fizeram com que as frentes frias estacionassem sobre o sul e o sudeste do país.*”

061414,646937 000006,523553 900190,400169 919590,276705 930902,153401



Figura 6.1 - Mapa da Precipitação Média dos Postos Pluviométricos da Região Metropolitana de Campinas - 1959/60 a 1998/99



- 1.318,607178 - 1.345,150655
- 1.345,150656 - 1.371,694132
- 1.371,694133 - 1.398,23761
- 1.398,237611 - 1.424,781087
- 1.424,781088 - 1.451,324565
- 1.451,324566 - 1.477,868042

Limites Mun. RMC

Projeção: UTM - Zone Transverse Mercator -
Zona 23 - S 41
Datum: WGS 84
Fonte: IBGE, 2001
Postos Pluv. DAEE/AC
Organização: Andréa Koga Vicente

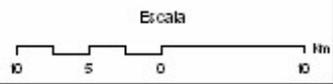


Tabela 6.2- Anos de ocorrência de El Niño e La Niña

Anos de El Niño		Anos de La Niña					
1877 - 1878	1888 - 1889	1886	1903 - 1904	<table border="1"> <tr><td>forte</td></tr> <tr><td>moderado</td></tr> <tr><td>fraco</td></tr> </table>	forte	moderado	fraco
forte							
moderado							
fraco							
1896 - 1897	1899	1906 - 1908	1909 - 1910				
1902 - 1903	1905 - 1906	1916 - 1918	1924 - 1925				
1911 - 1912	1913 - 1914	1928 - 1929	1938 - 1939				
1918 - 1919	1923	1949 - 1951	1954 - 1956				
1925 - 1926	1932	1964 - 1965	1970 - 1971				
1939 - 1941	1946 - 1947	1973 - 1976	1983 - 1984				
1951	1953	1984 - 1985	1988 - 1989				
1957 - 1959	1963	1995 - 1996	1998 - 2001				
1965 - 1966	1968 - 1970						
1972 - 1973	1976 - 1977						
1977 - 1978	1979 - 1980						
1982 - 1983	1986 - 1988						
1990 - 1993	1994 - 1995						
1997 - 1998							

Fonte: adaptado de www.cptec.inpe.br
Acessado em <02 set. 2004>

Os postos mais afetados foram BG e PD, onde os totais registrados foram 88,0% e 83,0% superiores em relação à média, nos demais a variação esteve entre 50,0 e 79,0%. No posto CM o reflexo da fase quente do ENSO 1982/83 não foi tão significativo, com ainda assim apresentando 27,0% de aumento em relação à tendência central. O ano mais chuvoso neste posto ocorreu em 1996/97, quando as intensas precipitações de janeiro de 1997 -em cinco dias foram registrados 214,6mm, ou 45,0% do total mensal -e o evento extremo ocorrido em fevereiro (138,7mm/24h), contribuíram para o alto valor pluviométrico neste ano, que teve outra forte manifestação do El Niño. Contudo, a variação total de precipitação foi de 39,0%, inferior à dos demais postos em seu ano mais chuvoso.

Nos outros postos os totais registrados no ano foram superiores à média, porém a variação não foi tão significativa, girando em torno dos 11,0%. Todavia, grandes impactos em escala mundial foram associados ao fenômeno, assim como em regiões do Brasil, como Minas Gerais e norte do Rio de Janeiro, onde foram registrados alagamentos decorrentes de fortes chuvas, conforme pode ser visto no banco de dados do Dartmouth Flood Observatory (figura 6.2).

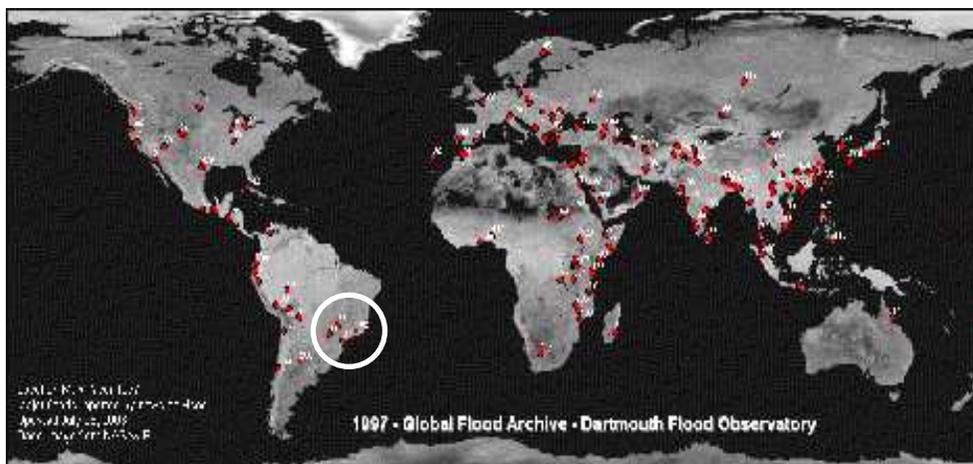


Figura 6.2– Enchentes significativas ocorridas em 1997, em destaque as regiões afetadas no Brasil. (Destaque da autora)
Fonte: <http://www.dartmouthedu/~floods/index>. Acessado em 18 ago. 2004.

Os anos de 1969/70 e 1975/76 também se caracterizaram como anos chuvosos em todos os postos. O primeiro teve registro de anomalias positivas moderadas (BG, ME, CD, CM, ID, JG e PD) e fortes (CI e HL), e apenas AM e IT apresentaram totais na faixa padrão, e também a ocorrência de um El Niño moderado, atuando de 1968 a 1970.

No segundo, 1975/76, todos os postos apresentaram anomalias positivas, refletindo uma distribuição espacial homogênea da precipitação. Os anos de 1975 e 1976 foram marcados pela ocorrência de La Niña moderada, iniciada em 1973, que atingiu em fevereiro/março de 1975 uma de suas fases maduras, mantendo-se em atividade até maio de 1976, quando foi seguido pela manifestação de um El Niño moderado em 1976/77. Em Piracicaba, município próximo à RMC, também foi observado um aumento de precipitação no período, reflexos contrários aos previstos no período de ocorrência de La Niña, quando são esperados desvios negativos de precipitação (GALVANI, 1995).

O ano mais seco variou entre os postos e teve como aspecto comum terem ocorrido nas décadas de 1960 e 1970.

A diferença do ano mais seco e do mais chuvoso foi superior à média do posto em 8 dos 11 locais (tabela 6.1) denotando, conforme já observado por Nimer (1989), uma grande variabilidade inter-anual da precipitação na região sudeste, tendo em vista o complexo arranjo entre controles de grande e meso escala. Através da padronização (figura 6.3) o ano de 1968/69 aparece como o mais seco na região, quando foram registradas anomalias negativas de magnitude moderada, entre $s-2,0$ e $s-2,9$ em 4 postos (AM, CM, HL e PD), e fraca entre $s-1,0$ e $s-1,9$ nos

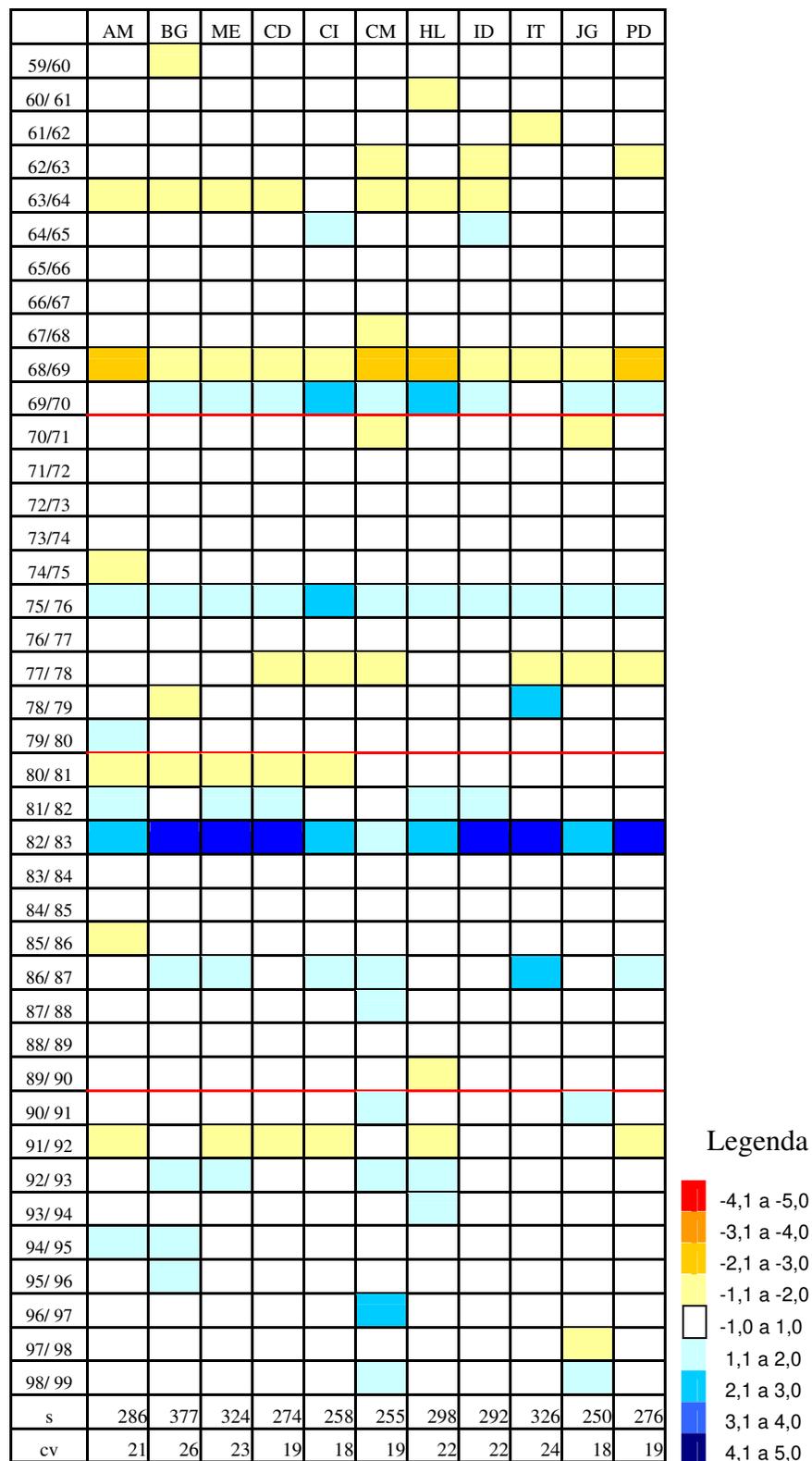


Figura 6.3– Distribuição normal padrão, desvio padrão e coeficiente de variação do período de 1959/60 a 1998/99 nas cidades da RMC.

demais postos. Conforme já citado, neste ano era observada a atuação do El Niño, mas contrariamente às análises anteriores, o reflexo foi a diminuição da precipitação, o que acena para a atuação de outros controles. Além disso, conforme previamente assinalado, apenas ENOS fortes interferem na precipitação no local (NUNES, 2000).

Pode ser citado também 1963/64 como um ano seco, com 7 postos apresentando anomalias negativas fracas. Monteiro (1971) constatou que esse ano foi muito seco no estado de São Paulo, com expressivos índices de deficiência hídrica, sobretudo em junho e julho, decorrentes do domínio da Massa Tropical Atlântica em virtude da fraca atuação da Frente Polar. Este ano também caracterizou-se pela ocorrência de La Niña de intensidade fraca, entre agosto de 1962 e maio de 1963. Segundo Nunes e Lombardo (2000) esses baixos totais pluviais também estão associados a um fenômeno de grande escala no Oceano Atlântico Tropical, que embora de rara ocorrência provoca alterações em parâmetros da atmosfera e do oceano, incidindo no regime de precipitação da área.

Os anos de 1977/78 e 1991/93 tiveram baixos totais pluviais, com anomalias negativas em alguns postos, embora ambos estivessem sob atuação de El Niño de intensidades fraca e moderada, respectivamente, reforçando a informação de que somente as ocorrências fortes interferem na precipitação da área.

6.1.3- Variação dos anos em relação à média

A aplicação da técnica de padronização (figura 6.4) possibilitou a observação da variação dos totais anuais em relação à média durante os 40 anos de recorte do estudo.

Cerca de 72,0% dos anos nestas quatro décadas encontram-se alocados na faixa padrão (entre $s-1$ e $s+1$). As taxas oscilaram entre 62,5% em CM, e 82,5% em IT, contudo 7 dos postos foram classificados no intervalo dos 70,0% (apêndice C). Considerando o conjunto dos postos, 43,0% dos anos apresentaram variação positiva e 57,0%, negativa, sendo observada no posto CI a menor taxa de anos acima da média: 32,5%. O posto AM foi exceção, apresentando mais anos acima que abaixo do valor médio: 52,5% e 47,5%, respectivamente. Os valores obtidos podem ser observados na tabela 4, organizada por ordem decrescente tomando como referência os anos acima da média.

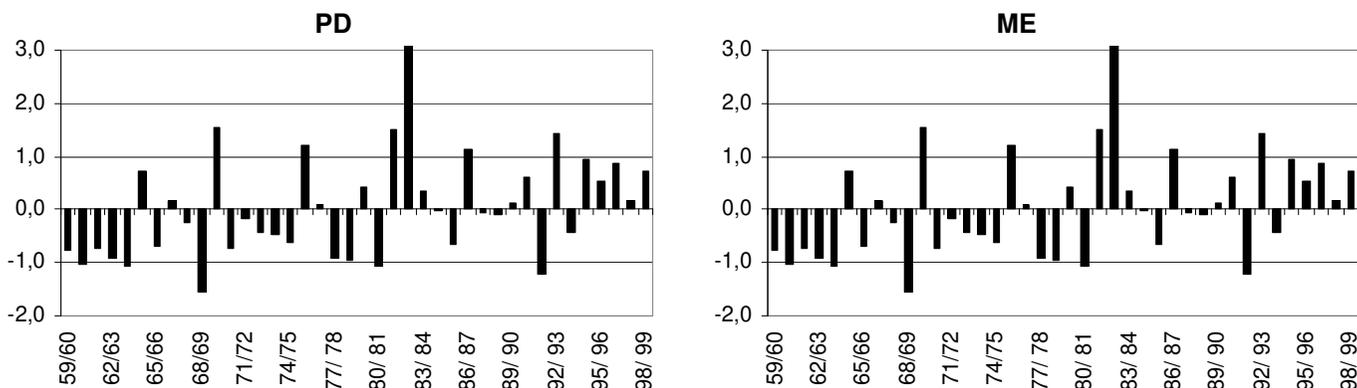


Figura 6.4 – Valores anuais padronizados dos postos representativos PD e ME, período de 1959/60 a 1998/99.

A distribuição espacial assinala uma contigüidade nas cidades que apresentaram taxas de anos acima da média entre 42,5 e 48,6%: Cosmópolis, Holambra, Jaguariúna, Pedreira e porção norte de Campinas (posto ME).

As áreas citadas encontram-se localizadas na porção centro-norte da RMC. No apêndice C constam os gráficos referentes à variação dos anos da série em relação à tendência central. A diferença entre a quantidade de anos com precipitação abaixo ou acima da média não chega a ser expressiva. Entretanto, quando é observada a ocorrência temporal dos totais anuais, há uma distribuição desigual entre as décadas (figuras 6.5, 6.6, 6.7 e 6.8).

Tabela 6.3: Variação dos anos acima e abaixo da média do período de 1959/60 a 1998/99.

	acima da média		abaixo da média	
	(absoluto)	(%)	(absoluto)	(%)
AM	21	52,5	19	47,5
IT	20	50,0	20	50,0
CM	19	47,5	21	52,5
ID	19	47,5	21	52,5
JG	18	45,0	22	55,0
ME	17	42,5	23	57,5
HL	17	42,5	23	57,5
PD	17	42,5	23	57,5
BG	15	37,5	25	62,5
CD	14	35,0	26	65,0
CI	13	32,5	27	67,5

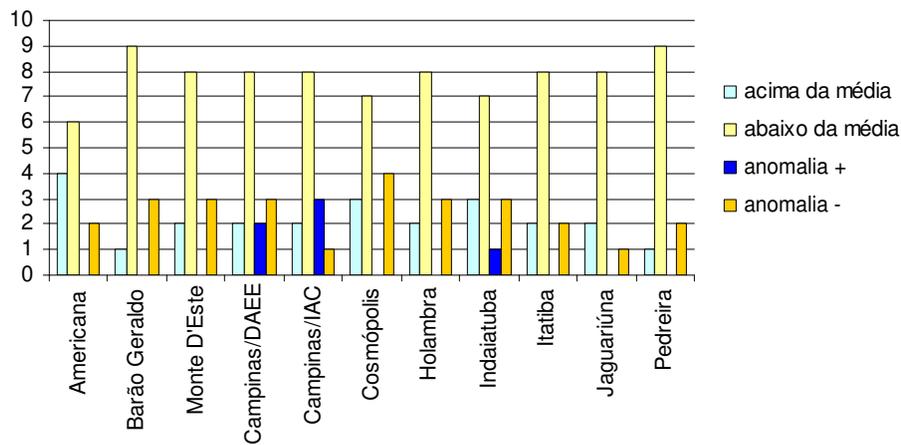


Figura 6.5 – Variação anual da precipitação em relação a média e anos anômalos, durante a década de 1960.

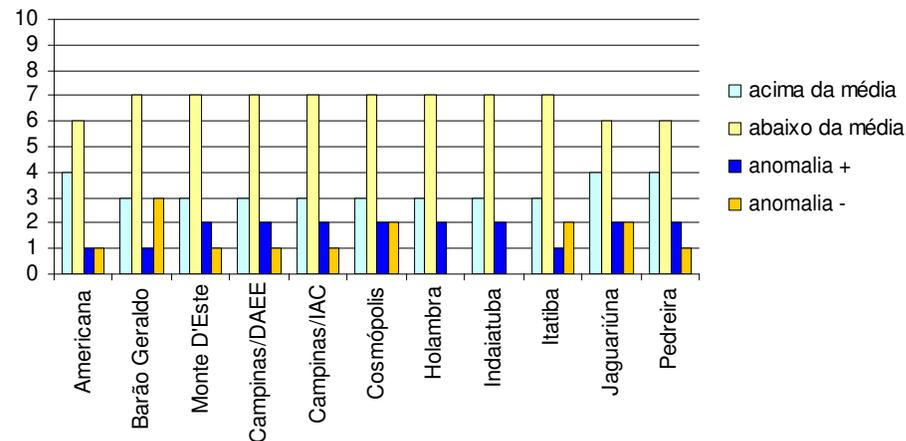


Figura 6.6 – Variação anual da precipitação em relação a média e anos anômalos, durante a década de 1970.

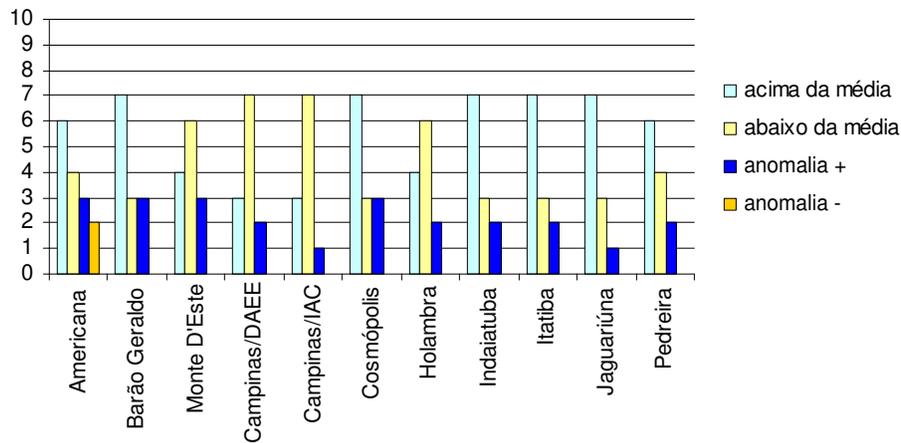


Figura 6.7 – Variação anual da precipitação em relação à média e anos anômalos, durante a década de 1980.

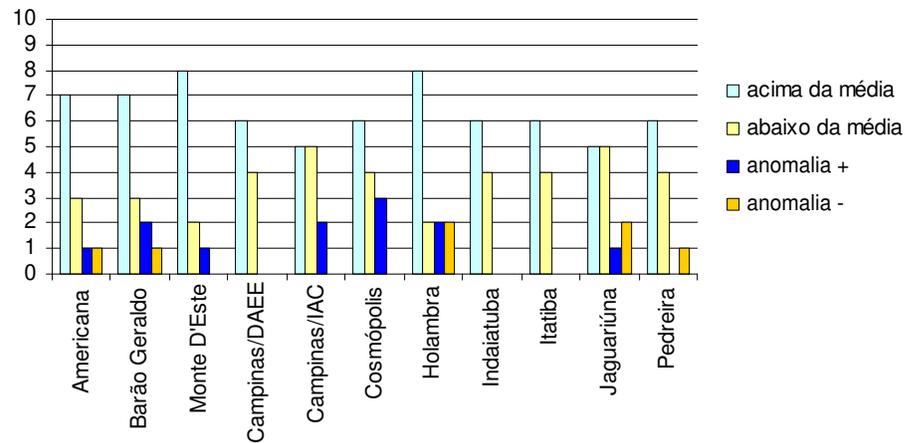


Figura 6.8 – Variação anual da precipitação em relação à média e anos anômalos, durante a década de 1990.

- Na década de 1960, o registro de anos acima da média foi de 10,0% (BG e PD) a 40,0% (posto AM); considerando a maior parte dos postos, a taxa foi de 20,0%. Em contrapartida, os anos que apresentaram variação negativa foram mais numerosos. Os anômalos positivos, ou seja, aqueles que registraram um total anual de precipitação acima da faixa padrão, ocorreram apenas nos postos CD, CI e ID, ainda assim com magnitudes não muito superiores à tendência central.

- No decorrer da década de 1970 há um pequeno aumento no total de anos com pluviosidade acima da média, bem como uma ligeira diminuição do número de anos abaixo da média, que não obstante, ainda apresentam frequência mais alta de ocorrência. Nesse período todos os postos registram anos anômalos positivos que, em nove localidades, superam ou se igualam aos anômalos negativos. Somente nos postos BG e IT os anômalos negativos superam os positivos.

- Na década de 1980 há um aumento de postos nos quais a ocorrência dos anos acima da média é superior aos abaixo da média. Delineia-se também a ausência de anos anômalos negativos, que acontecem apenas em AM, ainda que em número inferior aos excepcionais positivos, o que caracteriza esse período como o mais chuvoso da série.

- A tendência de elevação da frequência de anos acima da média permanece na década de 1990, quando em todos os postos foram registrados em número maior que os abaixo da média. Em CD, ID e IT, 100% das ocorrências estiveram dentro do espectro normal; em ME e PD a taxa foi de 90,0%, ou seja, as anomalias foram menos numerosas, mas observa-se uma pequena tendência de aumento na precipitação quando se considera os anos acima e abaixo da média. Nos postos ME, CI e CM houve somente anomalias positivas, e em PD, um ano anômalo negativo.

6.1.4- Variação da precipitação por década

As tendências observadas nos padrões anuais indicam variações temporais e espaciais na precipitação da RMC. Para investigação dessas variações foi aplicado o cálculo da porcentagem de mudança por década (figura 6.9). Cada década foi considerada um período, a saber:

- década de 90: período I
- década de 80: período II
- década de 70: período III

- década de 60: período IV

O período mais recente foi comparado com os anteriores, permitindo a análise da variação da precipitação nos diferentes locais:

- comparação entre os períodos 90 e 80: observa-se que nos postos das regiões sul, sudeste e nordeste ocorreu uma variação negativa entre 2,0 e 9,0% nos totais anuais de chuva, ou seja, nestes locais a década de 80 foi mais chuvosa que a de 90, com destaque para ID, que apresentou a mais acentuada taxa de redução, à norte e noroeste, a mudança foi pequena entre 2,0 e 5,0%, em BG foi registrada a taxa de 4,6%;

- comparação entre os períodos 90 e 70: neste período nota-se que nenhum posto apresentou taxas de variação negativa, e a que norte e noroeste ocorreram significativas variações positivas, e ainda que BG novamente atingiu a taxa mais elevada;

- comparação entre os períodos 90 e 60: registraram-se as maiores diferenças entre os períodos. O posto BG tem uma taxa de 44,0% de aumento na década de 90 em relação à de 60, caracterizando-se como o local com maior aumento de chuvas.

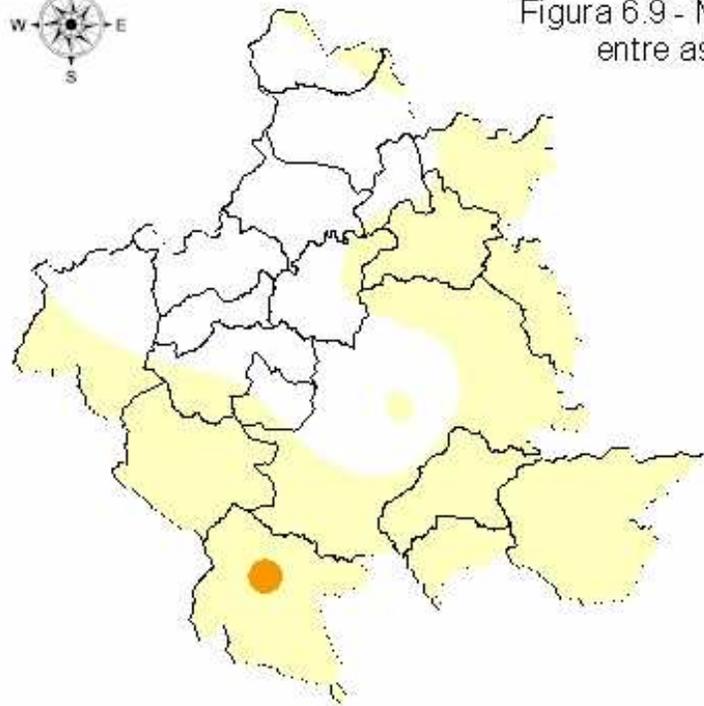
Pode-se concluir que na década de 90 houve um aumento na precipitação em relação às décadas de 70 e principalmente de 60. A comparação 90/80 corrobora que a segunda foi muito úmida. Destaca-se o posto BG, que sofreu elevações na precipitação em todo o período.

Lemos e Fisch (2000) investigaram a frequência de atuação dos sistemas frontais sobre a região do Vale do Paraíba entre os anos de 1981 e 1998; os dados mostram que de 1995 a 1998 houve uma ligeira elevação no número de sistemas frontais que atuaram na região. Considerando a proximidade geográfica e que esses sistemas têm grande repercussão espacial, pode-se aventar que existe a possibilidade de similaridades na área da RMC, e conforme colocado por Tavares (1974) o sistema polar é um dos responsáveis pela gênese da precipitação no local.

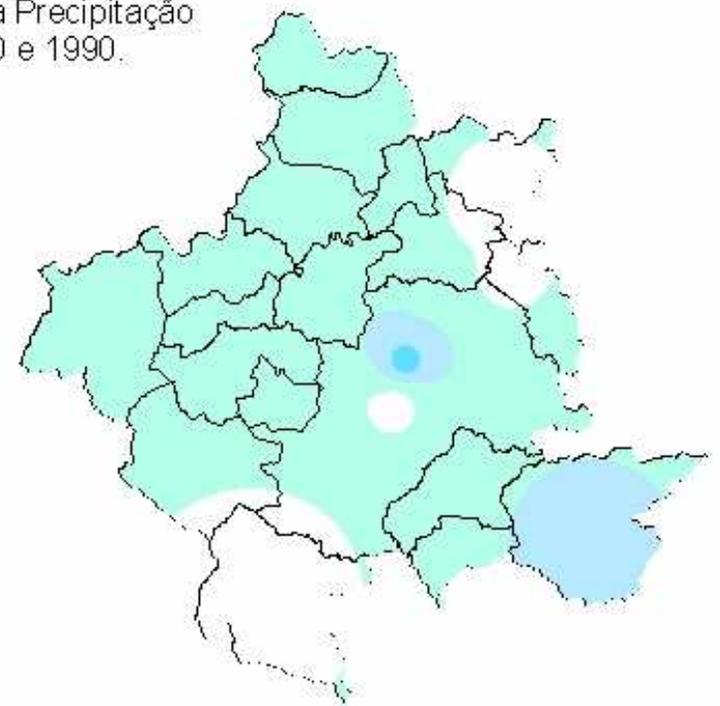
Um outro fator contribuinte pode ter sido o rápido crescimento da região, com o conseqüente aumento de áreas urbanizadas. Considerando que os processos atmosféricos são sensíveis às características da superfície em virtude da troca de energia entre eles, mudanças no albedo de superfície pode resultar em alterações na temperatura, e conseqüentemente na precipitação (PILKE et al., 1993).



Figura 6.9 - Mapa de índice de Mudança da Precipitação entre as décadas de 1960, 1970, 1980 e 1990.



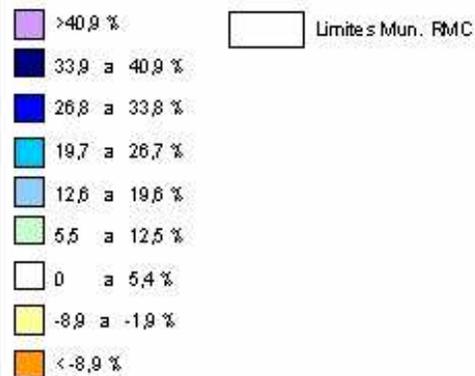
Período 1990 e 1980



Período 1990 e 1970



Período 1990 e 1960



Projeção: Universal Transversa Mercator
Zona: 23 Sul
Datum: WGS84
Fonte: IBGE, 2001
Por: IZ. P. M. D. A. B. B. I. C.
Organização: Andréa Nogueira Vaz

A análise dos dados no segmento anual permite concluir, para o período observado:

- A região da RMC foi influenciada pelo El Niño, particularmente o dos anos 1982/83. Também na década de 1970, os anos de 1975/76 e 1976/77 refletiram a atuação do fenômeno, embora com menor intensidade.
- A década de 1960, no universo de dados deste estudo, apresentou mais anos abaixo da média e mais anos anômalos negativos, acontecendo o inverso nas décadas de 1980, quando houve uma tendência de elevação dos anos com volumes acima da média e quase inexistência de anomalias negativas, e de 1990, quando apesar de estarem muito próximos ou no bojo da faixa padrão, o número de anos acima da média é significativamente maior que os abaixo da média.
- Observa-se uma tendência de aumento de precipitação na RMC nas décadas de 80 e 90, em relação às duas décadas anteriores. Tal fato pode estar associado a um maior número de atuação de sistemas frontais, bem como à urbanização, hipóteses que necessitam de maiores investigações.
- O posto BG caracterizou-se como o de maior variação positiva, tendo uma elevação de quase 50,0% em seus totais de precipitação na década de 90. Sugere-se que tal fato poderia estar associado à rápida urbanização da área, principalmente a partir da década de 70, com a instalação de grandes empreendimentos e o acelerado uso e ocupação associados a essas atividades, refletindo-se em mudanças na dinâmica de interação superfície-atmosfera.

6.2. Análise mensal

6.2.1. Variabilidade mensal

Esta escala permite uma investigação mais detalhada dos padrões e tendências apresentadas pela precipitação na área.

Inicialmente, foram calculadas as médias mensais de cada posto pluviométrico no período, possibilitando uma observação comparativa do comportamento da precipitação ao longo dos meses, e a análise das diferenças espaciais da precipitação no local. Na tabela 6.4 podem ser encontradas médias mensais dos 40 anos analisados:

Tabela 6.4 – Média mensal por posto

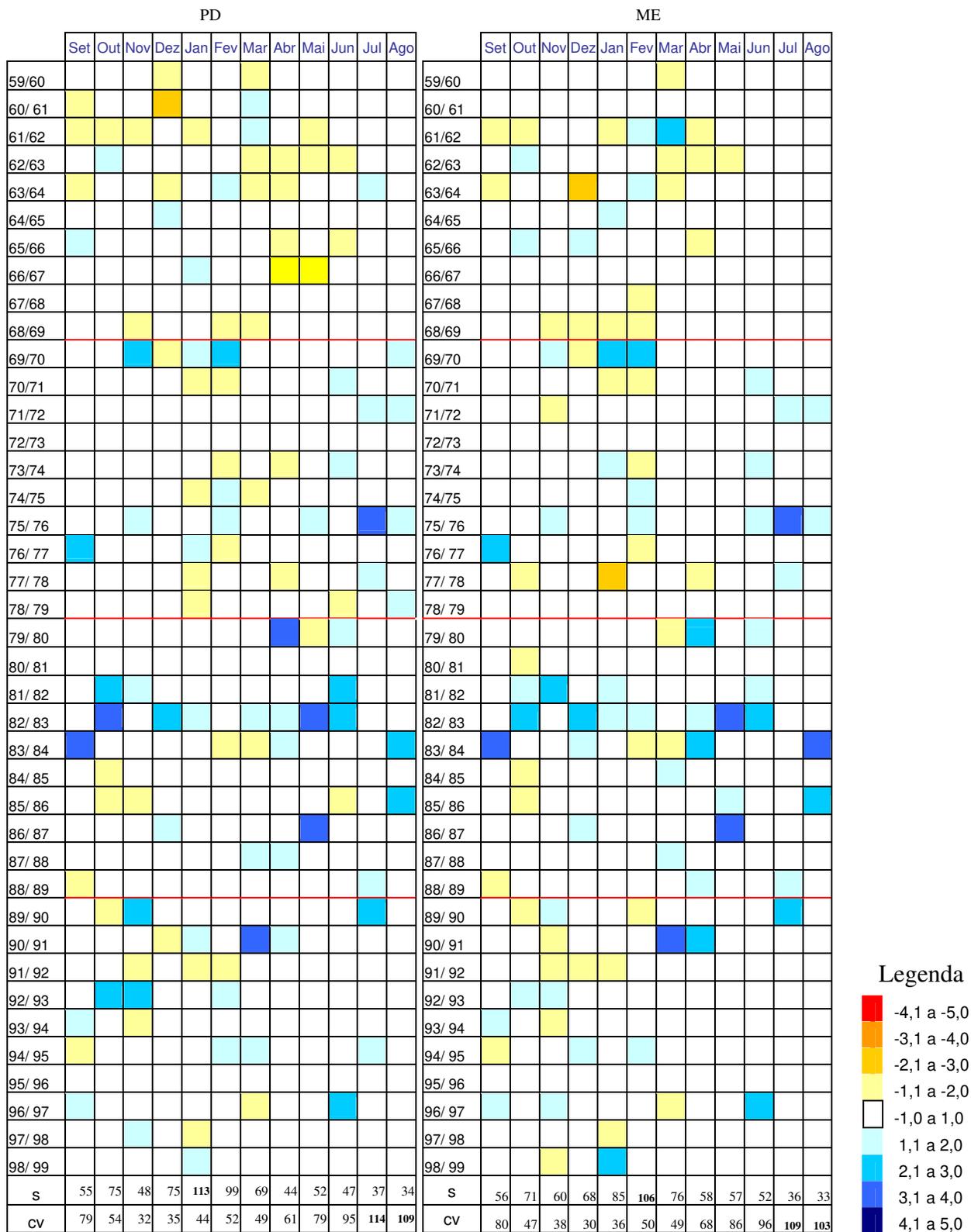
	set	out	nov	dez	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago
AM	65,5	128,9	137,7	196,1	240,2	183,2	152,3	67,5	68,4	47,5	32,0	30,5
BG	68,9	134,8	141,7	235,3	251,5	196,6	158,4	71,0	66,2	49,2	33,5	29,8
ME	69,6	138,0	153,6	216,3	255,8	190,9	141,3	73,0	65,9	49,8	32,6	31,0
CD	71,8	137,1	142,3	225,7	246,8	203,8	158,9	72,0	69,1	51,1	32,0	33,0
CI	66,5	127,1	139,5	226,8	245,3	200,6	151,8	70,6	68,0	48,6	31,8	31,3
CM	64,9	135,6	131,4	211,0	241,6	189,4	152,7	70,0	71,7	45,3	32,3	30,6
HL	68,7	131,7	140,6	215,1	223,1	189,6	151,3	80,6	60,4	48,6	29,6	30,8
ID	71,3	121,3	128,2	206,3	210,4	186,4	141,6	62,2	66,6	56,1	36,7	31,7
IT	71,8	128,8	140,8	218,3	227,0	187,4	148,3	71,6	69,4	51,4	33,3	33,5
JG	63,8	136,2	139,5	219,5	229,0	195,1	154,4	75,6	63,4	51,2	30,0	31,1
PD	69,6	151,7	158,0	223,8	238,0	210,1	155,4	85,1	66,9	54,5	32,9	32,0

As médias apresentadas estabelecem dois períodos bem definidos: um ciclo mais úmido, que vai dos meses de outubro a março, e tem como meses mais chuvosos dezembro, janeiro e fevereiro e um mais seco, que corresponde aos meses de abril a setembro, dos quais junho, julho e agosto se caracterizam como menos chuvosos, tendência igualmente verificada por Schröder (1956).

A variação espacial dos valores não é, grosso modo, expressiva, pois as médias se aproximam nos onze locais, não havendo predominância absoluta de um posto nos valores mais altos ou mais baixos. O mês de janeiro foi o mais chuvoso em todos os postos e o mais seco foi julho em AM, BG, ME, CI, CM, ID e PD e agosto, em CD, HL, IT e JG.

O passo seguinte consistiu no cálculo do desvio padrão, da distribuição normal padrão e do coeficiente de variação. Os valores extremos foram calculados com base no comportamento mensal da precipitação.

A análise dos gráficos de distribuição normal padrão (figura 6.10, apêndice D) reforça a informação de que a década de 1980 foi a mais chuvosa no período analisado em todos os postos, sendo que a maior variabilidade positiva foi observada nos meses com menor precipitação (abril



Legenda



Figura 6.10 – Padronização, desvio padrão e coeficiente de variação mensal – Postos representativos PD e ME.

a agosto). Em geral, as décadas de 60/70 mostraram mais meses com chuvas na faixa de anomalias negativas em relação às décadas de 80/90.

As diferenças entre o primeiro (60/70) e o segundo período (80/90) são bastante evidentes. Nas décadas de 80 e 90 houve mais casos de anomalia positiva nos valores de precipitação mensal em relação ao período anterior. No período 60/70 os meses de dezembro a março apresentaram maior variabilidade negativa; no início da década de 80 houve menor variabilidade nesses meses, que voltaram a apresentá-la com tendência positiva em meados da década de 80 e toda a década de 90.

Pode-se observar que os meses de julho e agosto tiveram um maior número de anos com tendências positivas na década de 70 e menores na década de 80, mas os episódios ocorridos estavam mais distantes da média, ou seja, mais intensos; na década de 90 estes meses se aproximaram mais do padrão para o período.

No ano excepcionalmente chuvoso 1982/83, observa-se que a tendência de ocorrência de meses situados na faixa de anomalias positivas começa no ano de 1981/82 e se prolonga até 1982/83, sem o registro de anomalias negativas. Em 83/84, setembro, abril e agosto foram bastante chuvosos, tendo ocorrido também anomalias negativas em fevereiro e março.

Em termos gerais, 60,0% dos meses no ano de 1982/83 apresentaram anomalias positivas; outubro, dezembro maio e junho foram os maiores contribuintes, registrando irregularidades moderadas (s+2), com destaque para maio (s+3).

Quanto à variação mensal inter-anual, é interessante notar que tendências diversas -por vezes quase opostas entre décadas para um mesmo mês- contribuíram para um quadro complexo: o mês de dezembro ilustra bem esse fato, pois com exceção da década de 70, que foi bem homogênea, houve variação importante entre as demais. Com isso, os índices de s e CV não foram muito elevados. Os meses de janeiro e dezembro apresentaram situações contrastantes entre os valores de s e CV sendo que os valores de s indicaram melhor o grau de homogeneidade.

6.2.2. Distribuição mensal das precipitações

Considerando o valor a partir de 4,0%/mês, ou segundo a classificação de Schröder (1956), *meses apenas úmidos*⁵ (figura 6.11), observa-se que a chuva na RMC distribui-se em média durante nove meses ao longo do ano.

⁵ O autor ressalva que a nomenclatura utilizada refere-se a quantidade de chuva, e não a ação fisiológica da chuva sobre a planta, o mesmo podendo ser considerado no presente trabalho.

Não houve diferenças expressivas entre os postos, denotando que o regime de precipitação mensal é bastante uniforme espacialmente, fato atribuído à dimensão da área de estudo, sujeita aos mesmos controles de macro escala e escala regional, e no geral sem nenhuma característica local particularmente contrastante.

Janeiro foi apontado como o mês mais chuvoso em todos os postos, o menos chuvoso variou entre agosto (AM, BG, ME, CI, CM, Id e PD) e julho (CD, HL, IT e JG).

O período mais chuvoso ocorreu de outubro a março; o mais seco de junho a agosto, conforme já constatado através da padronização, refletindo o regime tropical. Abril, maio e setembro apresentaram-se como meses intermediários, representando períodos de transição entre a estação mais chuvosa e a mais seca, no caso dos dois primeiros, e o recomeço da estação chuvosa, no último.

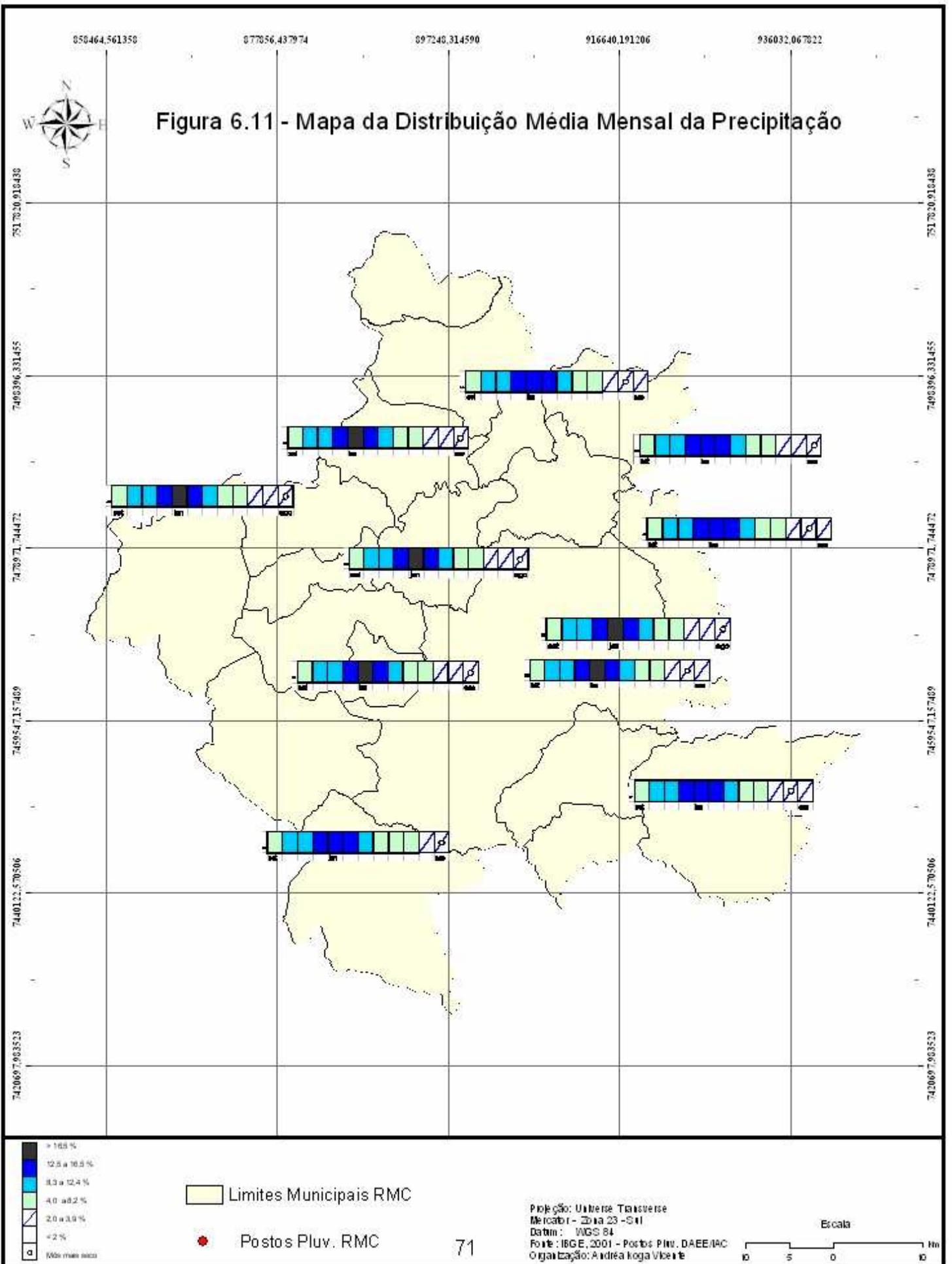
Uma análise mais detalhada da distribuição pluviométrica pode ser feita mediante a observação dos gráficos baseados nos valores mensais de precipitação de cada mês (figura 6.12).

Constatou-se que na RMC a chuva repartiu-se, no período estudado, entre 5 meses, nos anos com distribuição irregular ou mais concentrada, e em 11 meses nos anos com distribuição mais regular.

Não foi observada relação entre distribuição regular/irregular com a altura total da precipitação anual. Por exemplo, 1968/69 apresentou um dos totais anuais mais baixos de precipitação na RMC, mas teve uma distribuição bastante regular, entre 8 e 10 meses. No ano mais chuvoso –1982/83 – as chuvas foram divididas em 9 meses, uma distribuição regular, o que teoricamente amortizaria os impactos decorrentes do aumento nos totais anuais.

O ano de 1975/76 apresentou a distribuição mais regular da série, 11 meses, em 8 postos (AM, BG, ME, CD, CI, CM, HL, ID) e 10 meses em IT e JG. No posto PD, foi menos regular, 9

Figura 6.11 - Mapa da Distribuição Média Mensal da Precipitação



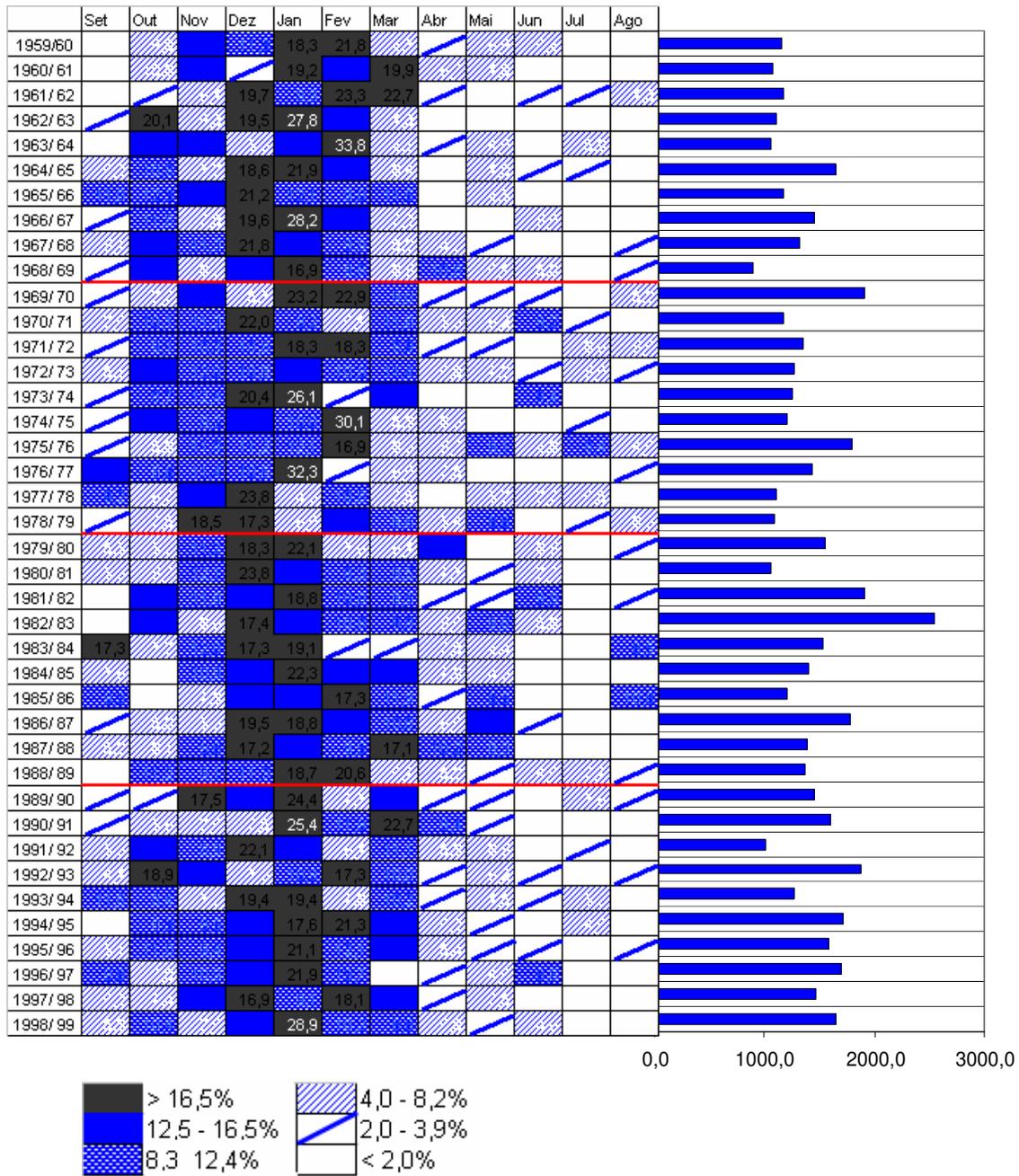


Figura 6.12- Pluviograma da contribuição percentual da precipitação mensal no total anual, posto representativo ME.

meses, mas ainda assim bem equacionada. A distribuição mensal da pluviosidade neste ano caracterizou-se pelo mês de setembro de *seco* (<2%/mês) a *apenas seco* (2,0-3,9%) em todos os postos; outubro de *apenas úmido* (4,0-8,2%) a *úmido* (8,3-12,4%), excluindo-se IT, onde foi *apenas seco*; de novembro a março houve um período chuvoso, com destaque para janeiro; abril apenas úmido, menos em JG e PD (apenas seco); maio de apenas úmido a úmido.

Destacam-se os meses de junho, julho e agosto, que ao contrário do padrão, apresentaram uma contribuição significativa neste ano, caracterizando-se como um inverno mais chuvoso que o geral, com exceção de PD onde ocorreram apenas *chuvas hibernais* (SCHRÖDER, 1956) de maio a julho, sendo que abril e agosto contribuíram com apenas 2,8% de precipitação. Considerando o ritmo climático, uma boa partição das chuvas no inverno, ou meses mais secos, significa mais equilíbrio para as atividades humanas que dependem do regime das chuvas, como o fornecimento de energia hidrelétrica e o abastecimento de água.

Nunes (1997) constatou que no estado de São Paulo a primavera de 1975 foi particularmente chuvosa, participando com 44,9% da pluviosidade anual, e foi mais chuvosa que o verão deste ano. O inverno de 1976, ano de El Niño, apresentou, segundo a autora, 20,2% da contribuição anual, valor superior à média da estação. Ambas as estações compõem o ano 1975/76, considerado neste estudo, justificando a distribuição altamente regular deste período.

Outros anos que podem ser apontados como de regularidade mensal das chuvas são 1970/71 e 1978/79. O primeiro foi bastante homogêneo em termos espaciais: em 9 postos a pluviosidade se distribuiu em 10 meses, e em IT e JG em 9 meses. Caracterizou-se por um período de apenas úmido a úmido nos meses de setembro a junho, e seco de julho e agosto. Este ano é marcado por um evento moderado de La Niña (abril de 1970 a novembro de 1971). O segundo mostrou-se mais irregular na questão espacial. HL, ID e JG tiveram as precipitações distribuídas em 11 meses, e apenas junho foi seco; porém não é possível estabelecer uma correlação espacial por não haver contigüidade entre eles. Nos demais postos, a distribuição ocorreu em 10 meses (AM, BG e CD), 9 meses (ME, CI, CM e PD) e 8 meses (IT), sendo a principal característica comum a todos os locais agosto mais úmido que a média e junho seco. Observa-se também neste ano a atuação de um ENOS fase quente de fraca intensidade.

Os anos citados –1970/71, 1975/76 e 1978/79– não tiveram a ocorrência de totais superiores a 24,9%, ou chuvas altamente concentradas, em nenhum dos meses, refletindo a alta regularidade da chuva.

Os anos com distribuição irregular ou mais concentrada, diferentemente da regular, mostraram uma maior variabilidade espacial, ou seja, a ocorrência de anos com chuvas mais concentradas –entre 5 e 6 meses– variaram temporalmente entre os postos.

O ano de 1962/63 pode ser considerado como o de distribuição mais irregular, tomando-se os critérios quantitativos e espaciais:

- PD teve a chuva distribuída em 5 meses –de outubro a fevereiro- sendo que outubro, dezembro e janeiro concentraram 67,4% do total anual, fevereiro 15,8% e novembro 8,8%;
- em BG, ME, CD, CM, HL, ID, IT e JG a partição se deu entre 6 meses, de outubro a março. Janeiro concentrou mais de 25,0% da precipitação em BG, ME e CI; CM teve em outubro e janeiro 25,0% cada, totalizando metade precipitação anual em apenas dois meses; destacaram-se também dezembro, outubro e fevereiro;
- AM e CI tiveram uma distribuição em 7 meses, janeiro com concentração de 25,0 e 27,0%, respectivamente. Em AM 79,4% do total caiu em outubro, dezembro, janeiro e fevereiro, o restante (20,6%) em setembro, novembro e março. Em CI 48,0% em dezembro e janeiro, e 18,7% em março.

Conforme já citado na análise anual, este ano se caracterizou por baixos totais pluviais em todo o estado de São Paulo.

O ano de 1974/75 também mostrou distribuição irregular, entre 6 (AM, BG, CI e HL) e 7 meses (ME, CD, CM, ID, IT, JG e PD), com um período bastante seco de maio a junho, período de influência do La Niña.

A tabela 6.5 apresenta a moda e a média dos meses com precipitação representativa.

A década de 70 apresentou a distribuição mais regular quanto ao número de meses no período, com moda de 10 meses; porém, na década de 80 observa-se apenas no ano de 1981/82 um mês com concentração superior a 24,9%, sendo os totais mais distribuídos entre os meses. A década de 60 teve a distribuição mais concentrada, seguida pela de 90.

Tabela 6.5 – Moda e média dos meses com precipitação

	Moda	Média
déc.60	8	7,5
déc.70	10	8,7
déc.80	9	8,4
déc.90	8	8,0

Quanto aos padrões mensais, pode-se ressaltar:

- setembro: na década de 60, entre 3 e 4 anos apresentaram uma contribuição entre 4,0 a 8,2% no total anual, notadamente de 1964/65 a 1968/69; na década de 70 esse número aumentou em todos os postos (com exceção de PD), quando observou-se significativo crescimento na contribuição em alguns anos, com destaque para 1976/77, ano em que este mês contribuiu percentuais acima de 12,5%. Na década de 80, em 6 dos 10 anos, setembro concentrou entre 4,0% a 12,4% da chuva anual, com significativa concentração acima de 16,5% em 1983/84;
- dezembro, janeiro e fevereiro: meses de maior concentração dos valores anuais de precipitação; a média gira em torno de 14,0% em fevereiro, acima de 15,0% em dezembro e 17% em janeiro, concentrando cerca de 45,0% da chuva. Nos anos de distribuição irregular a precipitação concentra-se acima de 24,9% (o triplo do valor significativo 8,3%) em um desses meses, com raras ocorrências em março.

6.2.3. Decomposição das médias mensais de precipitação

Através desta análise, pode-se observar a variação dos valores quantitativos mensais, destacando os montantes individuais e seu comportamento temporal (figuras 6.13 e 6.14).

Os meses mais chuvosos, dezembro, janeiro e fevereiro, mostram maior dispersão dos dados e ocorrências extremas no período.

Destacam-se fevereiro de 1969/70, quando o total mensal foi superior a 350,0mm em todos os locais, chegando a mais de 500,0mm em CD e HL e janeiro de 1998/99 com montantes, em geral, superiores à 400,0mm.

Quanto aos meses foram ressaltadas as seguintes características:

- de forma geral, o padrão de dispersão dos valores mensais é mais concentrado nos meses mais secos e mais difuso nos mais chuvosos;
- os valores vão se distanciando do valor 0 de novembro à março, ou seja, estes meses não apresentaram em nenhum ano ausência de precipitação. Essa distância segue a marcha anual, com início em setembro neste estudo. Quanto mais avançam os meses, mais distante de 0 e maior a dispersão dos dados, padrão que culmina em janeiro e volta a decrescer nos meses seguintes até atingir novamente os totais nulos em abril, maio junho e julho;
- novembro apresentou uma pequena diferença em relação ao padrão de dispersão, sendo menos difuso que outubro, bem como uma grande variação espacial em relação ano que registrou o maior total mensal;
- as informações contidas nessa figura corroboram com os índices de desvio padrão: o mês de janeiro ilustra bem esse fato, pois apresentou altos valores desse parâmetro (Figura 6.10), com grande dispersão ano a ano.

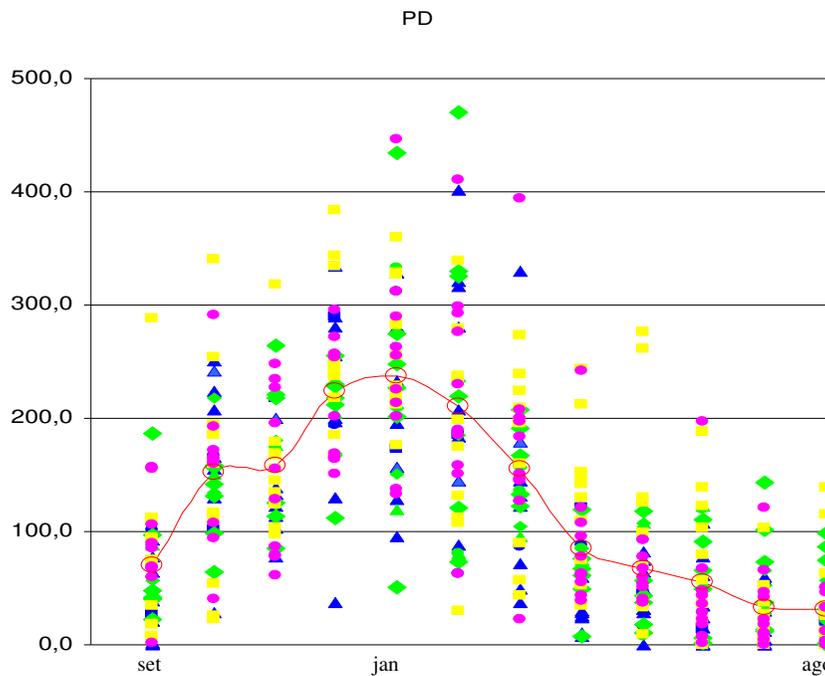


Figura 6.13- Gráfico de decomposição das médias mensais de precipitação para o posto representativo PD.

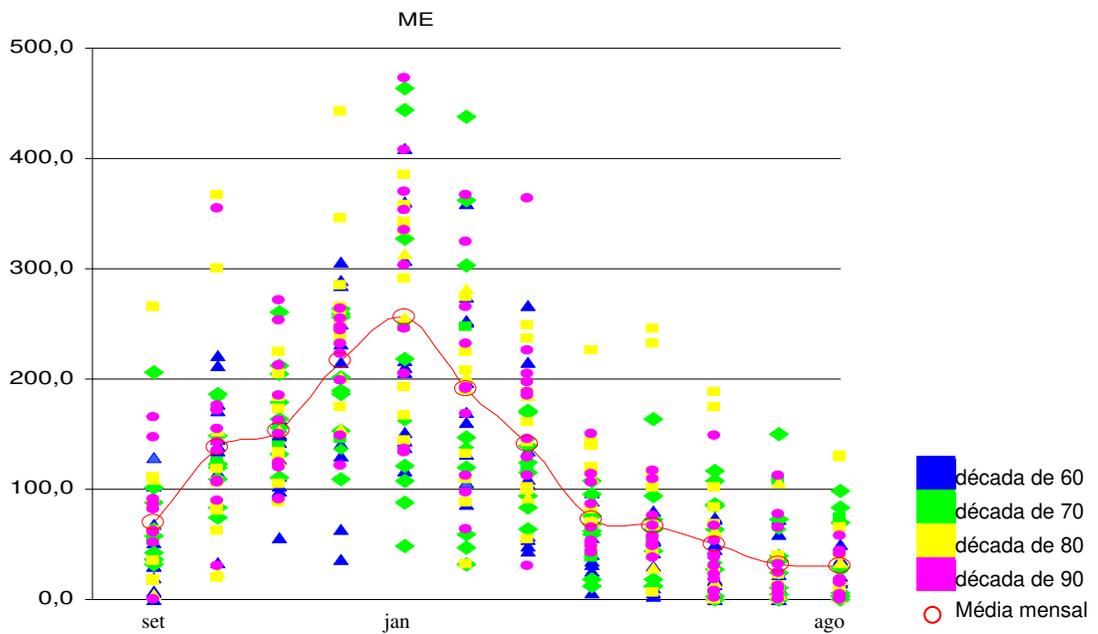


Figura 6.14- Gráfico de decomposição das médias mensais de precipitação para o posto representativo ME.

6.3. Análise diária

No estudo de precipitações intensas, a investigação da escala diária é de fundamental importância, tanto para a compreensão do comportamento da chuva, quanto para a avaliação dos impactos decorrentes.

Os limiares estão diretamente relacionados à interação da dinâmica climática com os demais aspectos físicos e sociais da área, e uma das questões colocadas neste nível de análise refere-se a partir de que montantes uma chuva pode ser definida como intensa.

Inicialmente foi localizado o maior valor precipitado em 24h e sua data de ocorrência, para cada posto da RMC. Observaram-se os seguintes valores de precipitação máxima:

Tabela 6.6- Evento com o total máximo em 24h por posto, registrado na RMC.

	mm/24h	Data de ocorrência ⁶
AM	143,3	16/02/1962 (sexta-feira)
BG	135,6	25/12/1997 (terça-feira)
ME	120,6	20/11/1981 (sexta-feira)
CD	185,0	25/12/1997 (terça-feira)
CI	138,0	02/01/1990 (sexta-feira)
CM	138,7	17/02/1997 (terça-feira)
HL	120,6	18/01/1970 (terça-feira)
ID	117,2	31/05/1983 (terça-feira)
IT	116,5	09/12/1965 (terça-feira)
JG	140,1	11/03/1999 (quinta-feira)
PD	159,3	20/11/1981 (sexta-feira)

Em todos os locais o valor máximo de precipitação em 24h foi registrado na faixa dos 100,0mm, tendo CD o montante mais alto: 185,0mm.

Em relação aos eventos máximos, pode-se observar que:

- 16/02/1962: não havia atuação de frente fria neste dia. Os postos da região central e noroeste acompanharam os altos valores de AM, mas na área leste o total pluviométrico foi menor.

- 09/12/1965: a região encontrava-se sob a atuação de uma frente fria que provocou instabilidade no tempo, e vários dias com precipitação.

⁶ Averiguou-se em qual dia da semana ocorreu o evento, dada a possibilidade do alto total ser derivado de equívoco de leitura, como o acúmulo ocasionado pela ausência de medição, num final de semana, por exemplo. É evidente que esse procedimento não descarta totalmente a hipótese de erro, mas contribui para eliminar algumas dúvidas.

- 31/05/1983: chama a atenção o fato de que em apenas um dos postos o evento extremo foi registrado no ano mais chuvoso, e com um montante mais baixo que os demais. Esse episódio reflete-se na escala mensal (ver apêndice D - posto ID), pois maio deste ano apresentou significativa anomalia positiva. Apesar do alto volume em um episódio, maio teve menor grau de anomalia mensal que junho; entretanto, nessa ocasião todos os postos da região registraram três dias com precipitação intensa. O boletim meteorológico da Marinha trazia um aviso de mau tempo, com o avanço de uma frente fria que se encontrava sobre Santos e o Rio de Janeiro.

- 20/ 11/1981: A análise da carta sinótica da data mostra o avanço de uma frente fria na região, que estava sob o domínio de uma Ta. Novamente o boletim alertava sobre mau tempo associado ao sistema frontal com ventos muito fortes, e temperatura em declínio.

- A década de 90 registrou o maior número de ocorrências, notadamente no ano de 1997, quando havia manifestação de um El Niño forte.

- 02/01/1990: a região encontrava-se sob o domínio de uma frente quente, mas com uma frente fria avançando, condições que costumam originar temporais devido ao choque dos dois sistemas. Ocorreram 3 dias de chuvas intensas na região.

- 25/12/1997: o boletim da Marinha informava apenas sobre pancadas leves e esparsas, indicando para efeitos locais na gênese pluvial, atingindo principalmente os posto da região central e oeste sendo de menor abrangência espacial que os anteriores. Esse evento acontecido na madrugada de Natal ainda é bastante comentado pelos moradores da região em virtude da intensidade com que ocorreu, e evidentemente, pelo agravante de ter acontecido em uma data festiva. Todavia, não se reflete na escala mensal, pois este mês apresentou anomalia positiva mensal de intensidade fraca somente no posto CD; nos demais esteve na faixa habitual.

- 17/02/1997: alerta do boletim sobre mau tempo, com pancadas de chuva em decorrência do avanço de um sistema frontal. Vários postos apresentaram altos valores de precipitação, e em IT houve chuvas de 20 a 30mm durante 5 dias.

-11/03/99: tempo instável com nebulosidade e pancadas de chuva associados à entrada de uma frente fria. Os postos das regiões central, leste e sul apresentaram maiores totais. AM, à oeste, e CM, à noroeste, registraram baixos valores.

Conforme o constatado por Tavares (1974) os eventos pluviais na RMC têm marcante associação com o sistema frontal polar, e neste caso, os eventos extremos em sua maioria

encontraram-se fortemente influenciados por ele, é evidente, não descartando as influências locais na gênese e intensificação do processo.

O maior número de eventos extremos observados na década de 90 pode estar relacionado à incidência freqüência de entradas de frente fria, observado por Lemos e Fisch (2000), na região do Vale do Paraíba e litoral, dada a proximidade geográfica entre essa área e a RMC e a grande escala de abrangência do sistema.

Os eventos extremos ocorreram notadamente nos meses mais úmidos e quentes, de novembro a março, sendo que a única ocorrência registrada fora dessa faixa esteve associada ao El Niño, que tem o aumento na pluviosidade no inverno como um dos seus efeitos na região (FONSECA,2002).

6.3.1. Freqüência das chuvas intensas

Através da elaboração de histogramas dos totais de eventos acima de 50,0mm/24h, ocorridos na RMC no período de 1959/60 a 1998/99, constatou-se que a freqüência acumulada dos episódios com chuvas intensas foi em média de 146 eventos.

Não houve diferenças significativas no número de episódios entre os postos (figura 6.15): a freqüência mais baixa foi registrada em AM e a mais alta, em CD. Observa-se que CM e HL, que têm uma certa proximidade geográfica, apresentaram os mesmos totais. Entretanto CM e AM também são contíguos, mas registram relativa diferença nos valores.

A freqüência mensal das chuvas intensas seguiu a distribuição sazonal, ou seja, cerca de 80,0% dos episódios ocorreram no período chuvoso de outubro a março, destacando-se os meses de verão dezembro, janeiro e fevereiro, com aproximadamente 53,0% do total anual (figura 6.16), sendo constatado também por Liebmann et al. (2001) para o estado de São Paulo. Em todos os postos, janeiro apresentou as mais altas taxas de freqüência, seguido por dezembro e fevereiro.

Outubro, novembro e março registraram igualmente episódios intensos, porém com freqüências bem inferiores aos meses de verão. No período mais seco –setembro, abril, maio, junho, julho e agosto- houve menor ocorrência, sendo que em agosto foi observado somente 1% dos episódios em BG, CM e IT e nos demais postos não houve registros.

Os eventos mais extremos na região, precipitações com intensidade entre 100,0mm/24h a 185,0mm/24h, também incidiram principalmente nos meses de maior total pluviométrico, sobretudo em janeiro, fevereiro, março e dezembro, com destaque para janeiro, quando em todos

os postos houve o registro de pelo menos um episódio acima de 100,0mm/24h Em outubro e novembro foram igualmente observados tais eventos, mas apenas em alguns locais.

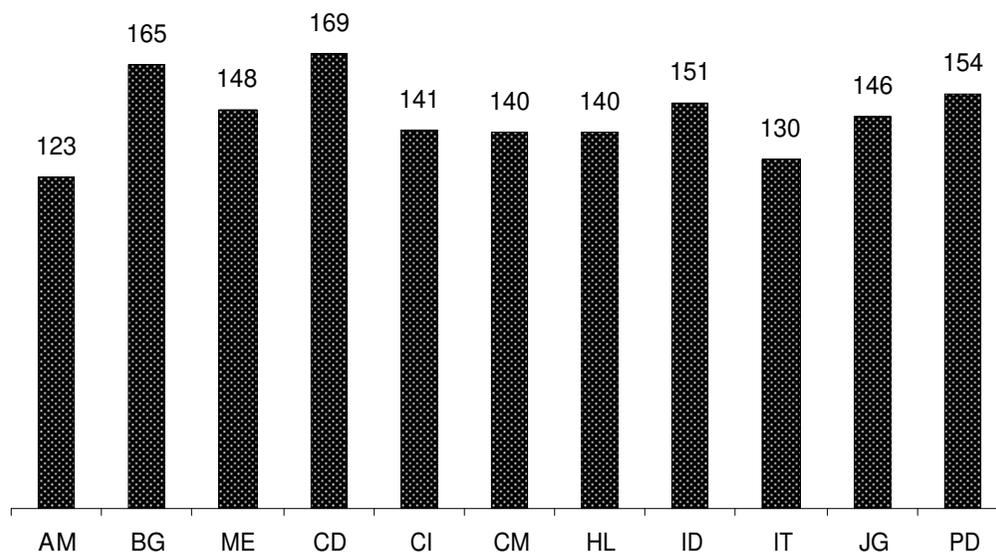


Figura 6.15- Frequência das precipitações intensas no período de 1959/60 a 1998/99.

Este fato é característico da dinâmica climática regional, pois as altas temperaturas e umidade elevada destes meses criam condições para uma intensa atividade convectiva que favorece a gênese das precipitações intensas. Na figura 6.17 pode ser observada a distribuição mensal das chuvas intensas por classe.

Excepcionalmente houve precipitações acima de 100,0mm/24h nos meses menos chuvosos maio, junho e julho. Em decorrência do caráter pouco comum deste fato, esses episódios foram examinados preliminarmente, pois poderiam ser oriundos de problemas de registros⁷.

O evento ocorrido em PD em 06/06/1976 mostrou relação com os demais postos que também apresentaram totais elevados neste dia. Explica-se a excepcionalidade por esse ter sido um ano particularmente chuvoso, conforme já discutido.

⁷ Nesta análise também foi examinado em que dia da semana ocorreu o evento (conforme já comentado no item 6.3), e foi averiguado que nenhum dos episódios ocorreu em uma segunda-feira.

O mesmo comportamento em relação aos demais postos foi observado em 31/05/1970 (ID), comprovando a ocorrência de um extremo na ocasião.

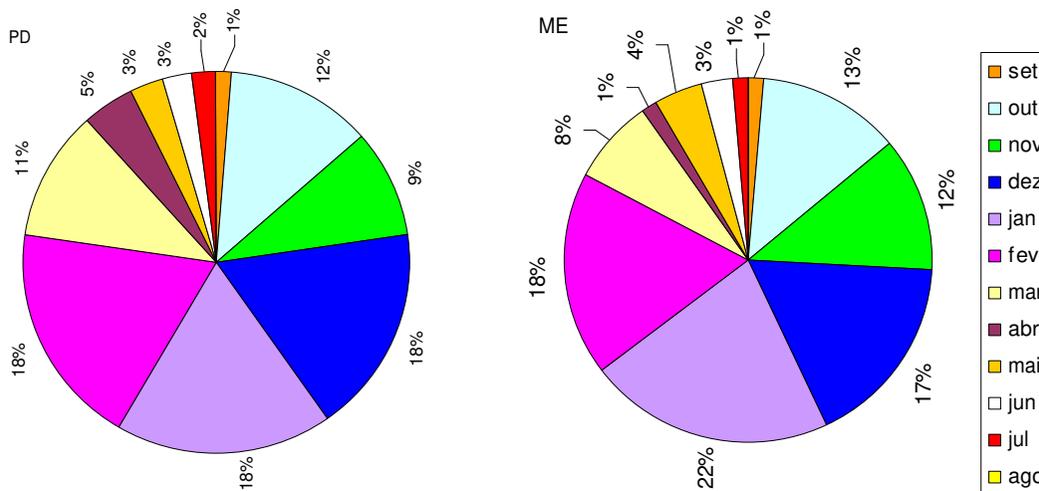


Figura 6.16- Distribuição da frequência mensal dos episódios acima de 50,0mm/24h para os postos representativos PD e ME.

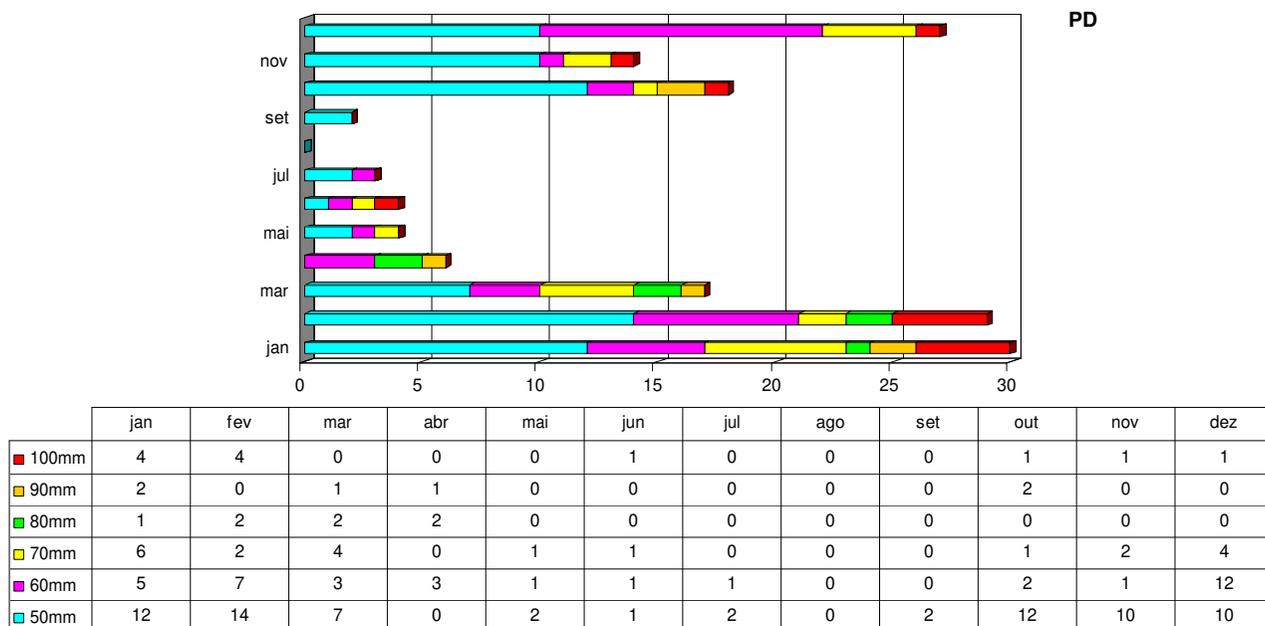


Figura 6.17- Distribuição mensal da frequência de precipitações intensas período de 1959/60 a 1998/99. Posto representativo da RMC (PD).

Todavia, os episódios de 03/07/1976 (HL), 08/05/1979 (AM) e 07/06/1983 (ID) deixaram algumas dúvidas. Nos demais postos as observações indicaram vários dias com chuva, mas com montantes não tão elevados. Esse procedimento também foi aplicado ao evento do dia 26/01/1986 em IT, que embora tenha acontecido em um mês esperado, surpreendeu pelo elevado valor: 334,4mm/24h, que não segue os padrões observados na área. A comparação com os demais postos mostrou que nesse dia não houve precipitações com grandes montantes, fornecendo indícios de equívocos no registro.

6.3.2. Precipitações intensas na escala anual

Visando aprofundar o conhecimento dos eventos extremos foram comparados o volume precipitado acima de 50,0mm/24h aos totais anuais, buscando estabelecer uma possível relação entre o aumento dos totais precipitados de forma intensa com uma possível correspondente elevação da chuva anual, pois de acordo com Liebmann (2001) essa ligação não é tão clara. Para esta verificação foi utilizado o coeficiente de correlação, que permite a comparação entre duas variáveis independentes.

Os valores resultantes encontram-se na tabela 6.7 e mostram que na RMC o aumento do total anual de chuva tem estreita relação com ao aumento das chuvas intensas.

Tabela 6.7- Coeficiente de correlação entre o total anual e o volume precipitado em forma de chuvas intensas no período de 1959/60 a 1998/99.

AM	BG	ME	CD	CI	CM	HL	ID	IT	JG	PD
0,2	0,8	0,8	0,6	0,7	0,8	0,7	0,8	0,8	0,7	0,7

Apenas o posto AM mostrou uma baixa correlação, que na investigação dos dados mostrou que em vários anos não houve precipitações intensas, podendo interferir na análise estatística. A plotagem dos dados em um gráfico de dispersão, procedimento recomendado por Barros Neto et al. (2003), indicou que de certa forma, ambos os parâmetros se correlacionam.

A elaboração do gráfico de superfície (figura 6.18) permitiu observar a distribuição dos anos em que houve uma maior quantidade de chuva precipitada de forma intensa. Os montantes observados no gráfico referem-se ao volume total de precipitações acima de 50,0mm/24h para cada ano.

Destacam-se os seguintes anos com maior volume de chuvas intensas:

- 1969/70: expressa a relação entre o aumento de precipitação anual e a grande ocorrência de chuvas extremas, pois no nível anual este ano foi anômalo positivo. Observa-se em HL um volume bastante intenso de 883,8mm;

- 1975/76: caracterizado em nível anual como chuvoso não se projetou em termos de intensidade dos eventos diários, o que pode ter sido reflexo da distribuição mensal regular da precipitação verificada na escala mensal. Apenas nos postos CM, JG e HL houve maior intensidade com volumes em torno dos 500mm;

-1982/83: também nesta escala, é o de maior evidência, com um grande volume de precipitações intensas, quando BG, ME e IT apresentaram totais acima dos 700mm.

-1986/87: os postos da região central, norte e leste tiveram altos totais de chuvas intensas neste ano, que se registraram em janeiro de 87. Alerta-se que Calbete et al. (1996) observaram a presença de um aglomerado convectivo em dezembro de 1986 sobre o sul de Minas Gerais sendo esse um dos sistemas pela gênese de precipitações intensas na região sudeste, mas não há informações mais precisas quanto a sua duração e espacialidade. Este ano associa-se igualmente a um El Niño de intensidade moderada.

-1990/91: os postos da cidade de Campinas –CD, CI, ME e BG- destacaram-se no local, com um volume de mais de 500mm. Nota-se que BG teve um valor mais elevado, chegando a mais de 700mm, com intensos eventos durante todo o mês de janeiro. Em abril de 1991, foi registrada a incidência de chuvas intensas na cidade de São Paulo, oriundas de um sistema frontal (CALBETE et al., 1996), que provavelmente foi intensificado pela atuação de um El Niño de forte magnitude que se manifestava neste ano;

- todos os demais anos da década de 90 apresentaram volumes de precipitação intensa significativos, mas com repercussão espacial mais localizada. Há grande probabilidade de terem ligação com um aumento de entrada de sistemas frontais na região do Vale do Paraíba, observado por Lemos e Fisch (2000).

Nota-se claramente no gráfico, a maior frequência de eventos intensos nas décadas de 80 e 90, reforçando as informações obtidas através das análises anuais e mensais.

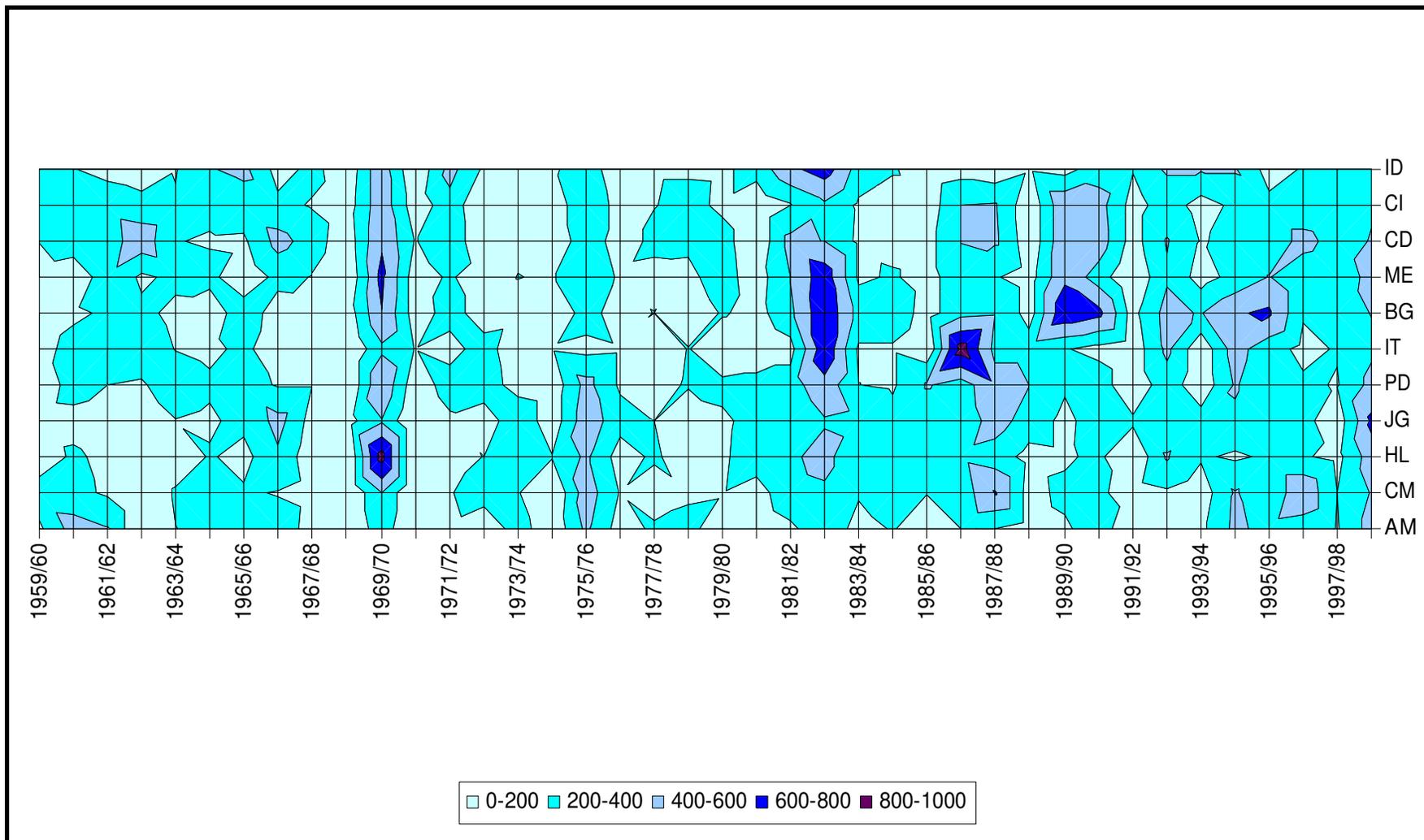


Figura 6.18- Distribuição anual do volume precipitado a partir de 50,0mm/24h

6.3.3. Distribuição da frequência das precipitações intensas por década

Para aprofundamento no conhecimento da tendência verificada, foi investigado o padrão apresentado na escala das décadas.

O número total das frequências por década foi agrupado e se constituiu um período, que foram comparados com a década mais recente através do índice de mudança proposto por Berry (1993).

Os resultados obtidos indicam que, de maneira geral, ocorreram mudanças significativas na frequência de eventos iguais ou superiores a 50,0mm/24h na RMC (tabela 6.8).

Tabela 6.8- Valores obtidos através do índice de mudança, em %.

Períodos	AM	BG	ME	CD	CI	CM	HL	ID	IT	JG	PD
I e IV	8,8	150,0	91,3	2,2	24,3	64,0	59,1	26,5	44,0	28,6	40,0
I e III	27,6	114,3	22,2	24,3	48,4	32,3	2,8	26,5	65,4	43,3	10,5
I e II	60,9	13,2	-2,2	12,2	48,4	-4,7	25,5	7,5	-16,3	-23,4	-4,5

É necessário considerar que devido aos baixos valores dos números utilizados, as oscilações, por pequenas que sejam, tornam-se bastante evidentes mostrando grandes níveis de variação. Desta forma, o índice de mudança para as frequências de chuvas intensas deve ser analisado com cautela, e observado juntamente com outros elementos. Todavia, fornece indicativos esclarecedores em relação às mudanças advindas, apenas atentando-se para as magnitudes encontradas.

Mediante a análise do índice de mudança pode-se salientar:

- períodos I e IV: todos os postos apresentaram tendências positivas entre os períodos, significando que a década de 90 sofreu uma elevação na frequência de chuvas intensas em relação à de 60. É observado um padrão espacial entre alguns postos: BG e ME localizados na porção central da área de estudo, apresentaram as maiores taxas de variação, ao norte, CM e HL tiveram taxas de cerca de 50% e IT, JG e PD à leste ficaram na faixa de 40,0%. O posto CD teve o menor percentual, seguido por ME;

- períodos I e III: novamente as taxas foram positivas, indicando que também choveu de forma mais intensa na década de 90 em relação à década de 70;

- períodos I e II: todos os postos apresentaram índices de mudança menos elevados, sendo que os postos à leste (IT, PD, JG) e norte (CM e ME) tiveram taxas negativas, ou seja, a década de 80 foi marcadamente chuvosa.

Salienta-se mais uma vez, a tendência das décadas de 80 e 90 como períodos mais chuvosos na série observada.

Posteriormente os dados foram agrupados por categorias de 50, 60, 70, 80, 90 e 100,0mm/24h e por décadas (figura 6.19), com a finalidade de avaliar se as mudanças ocorreram em todas as categorias, como por exemplo, aumento apenas das chuvas menos concentradas na classe dos 50,0 a 59,0mm/h, o que teria uma conotação diferenciada nas alterações, e na natureza dos impactos decorrentes.

Notam-se os seguintes padrões:

- as diferenças entre os totais por década são em geral pequenas, principalmente por se tratarem de números absolutos de episódios de baixa ocorrência temporal;

- as maiores frequências acompanham inversamente o valor precipitado, ou seja, a classe de 50,0mm/24h registra as maiores frequências, que vão decrescendo em número à medida que a intensidade aumenta;

- os postos AM, CD e CI apresentaram a maior frequência de chuvas intensas na década de 90, seguida pela década de 60; BG, CM e ID nas décadas de 90 e 80 respectivamente; os postos de norte JG, PD e IT em 80 e 90; e HL em 80 e 70. O único padrão espacial foi observado apenas nos postos a leste e nordeste -JG, PD e IT- que mostraram o maior número de ocorrências na década de 80, seguida pela de 90;

- as chuvas de 50,0mm/24h tiveram maior frequência nas décadas de 80 em CD, HL, CM, IT e JG e na década de 90 em BG, CI, ID e PD; apenas AM diferenciou-se com o maior número na década de 60, ou seja, a maioria dos postos apresentou claramente uma incidência mais frequente nas décadas mais recentes;

- a classe dos 60mm/24h teve incidência mais elevada no decênio de 80/89 e no de 90/99, exibindo a mesma tendência do grupo dos 50,0mm/24h;

- os 70, 80, 90mm/24h não apresentaram predominância temporal na frequência, dado o longo tempo de retorno. Caso haja uma tendência nessa distribuição, será rastreada apenas em uma série de dados mais extensa.

- os eventos extremos a partir de 10mm/24h, em geral, tiveram o menor número de registros em quase todos os postos no período de 60. Ressalta-se que BG e CD registraram um número significativamente maior na década de 90; o posto contíguo CI também teve maior incidência deste evento em 90, mas não tão acima dos períodos de 70 e 80. Portanto, o aumento

chuvas intensas verificado nas décadas de 90 e principalmente de 80, estão relacionados principalmente aos montantes na classe dos 50, 60 e 100,0mm/24h

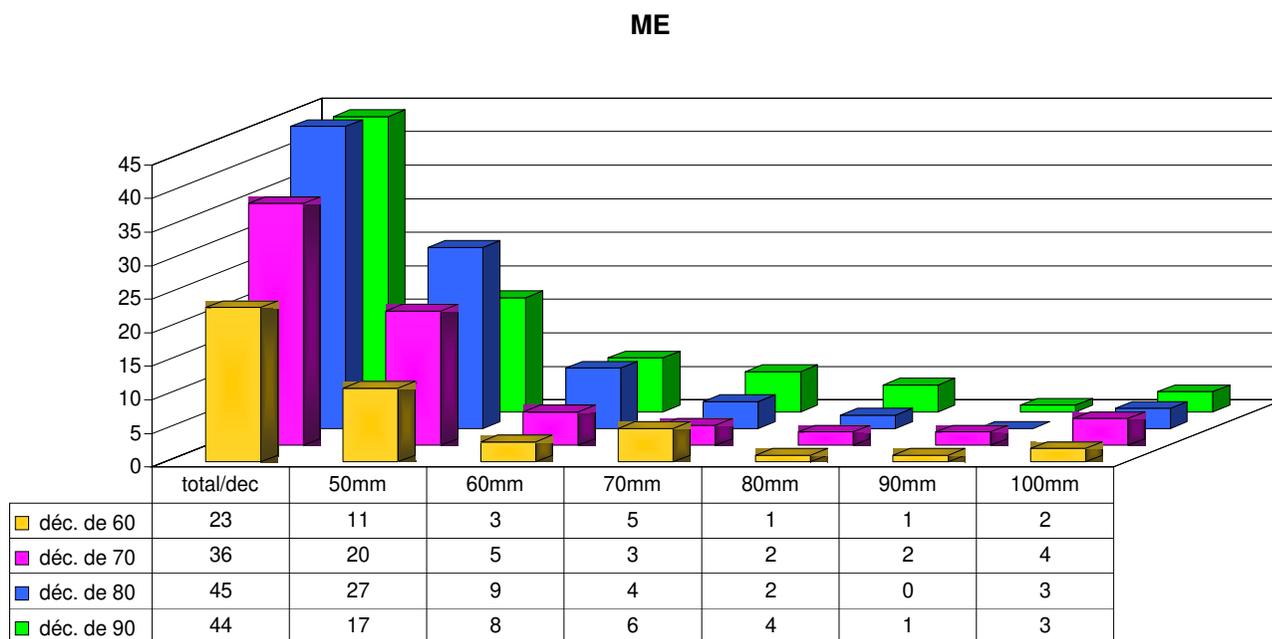


Figura 6.19 – Eventos acima de 50,0mm/24h agrupados por classe e década, posto representativo ME.

6.3.4. Distribuição do volume das precipitações intensas por década

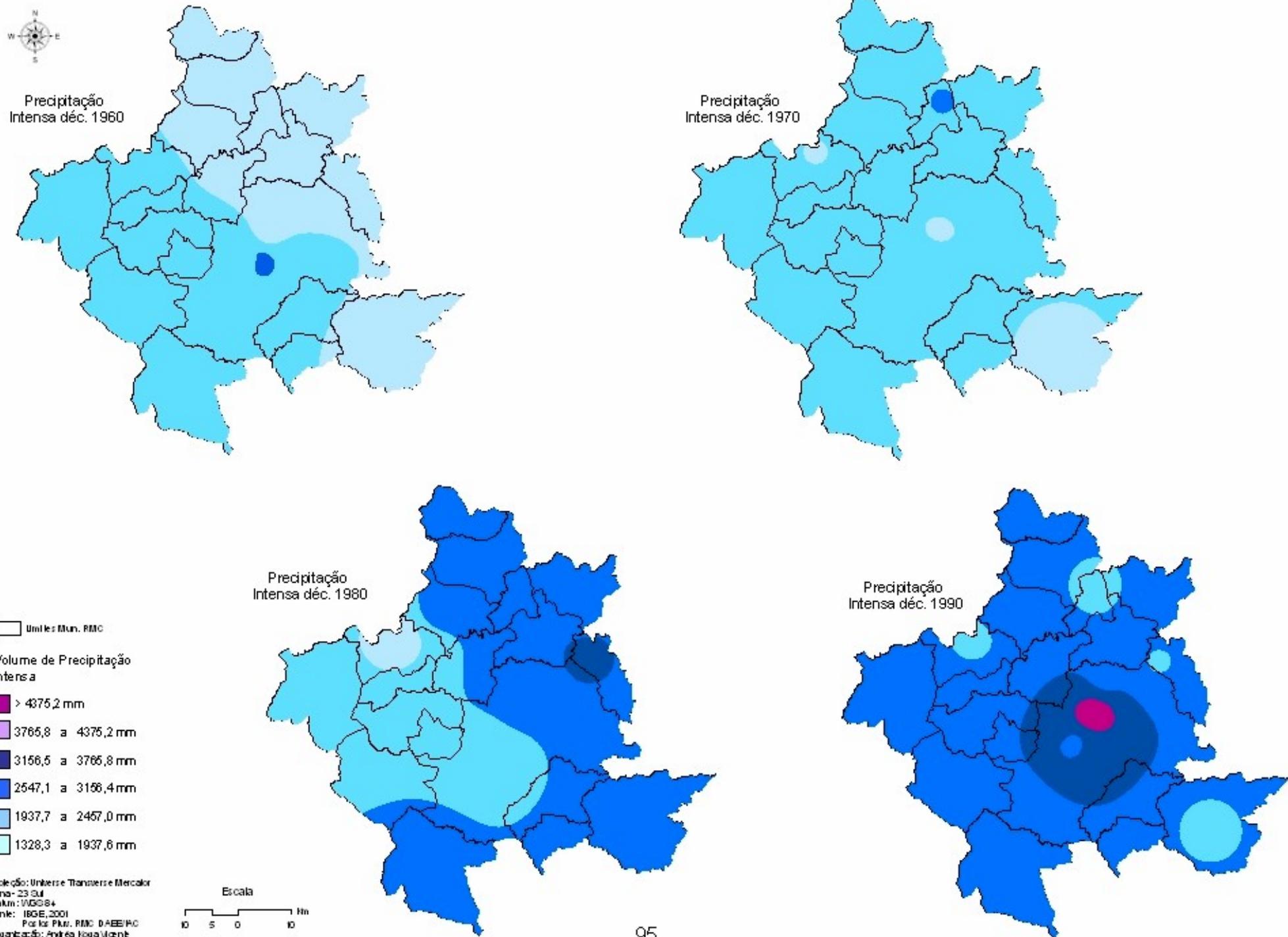
A seguir, as precipitações intensas foram agrupadas por décadas, com o objetivo de averiguar se o volume caído de forma intensa acompanhou a oscilação da frequência.

A soma do total precipitado a partir de 50,0mm/24h em cada década foi espacializada através do uso do SIG e os resultados obtidos podem ser observados na figura 6.20.

Na década de 60 a área norte e Itatiba apresentaram um volume de precipitações intensas menor, com destaque para CD, com o montante mais elevado no período.

O volume de chuvas caídas de forma intensa se elevou, de modo geral, no decênio 1970-1979; no posto HL, em especial, o valor aumentou significativamente em relação ao período antecedente. BG e AM se mantiveram na mesma faixa anterior. AM e CD apresentaram um ligeiro decréscimo nos montantes, com CD se igualando e AM com totais inferiores aos demais postos.

Figura 6.20 - Mapa de volume total da precipitação intensa (a partir de 50,0 mm/24 h) das décadas de 1960, 1970, 1980, 1990.



A tendência de ampliação continuou durante a década de 80 nas áreas leste e sul, com destaque para PD, onde a elevação foi superior aos outros postos. Nas regiões central (CD e CI) e norte (AM) não houve alterações relevantes.

O mapa da década de 90 ilustrou uma elevação generalizada, com os volumes elevados na região leste atingindo também a oeste, com destaque para o município de Campinas, mais especificamente o posto de BG, que registrou o montante de chuvas intensas mais alto de toda a série. Em AM também constatou-se uma amplificação neste período, que embora inferior aos outros postos é mais alto em relação ao seu total nas décadas anteriores. HL, PD e IT igualmente tiveram um ligeiro decréscimo nos totais.

Portanto, observa-se que os montantes precipitados de forma intensa nos postos da Região Metropolitana de Campinas tiveram uma elevação progressiva entre as décadas, culminando na mais recente, com destaque para o município de Campinas, principalmente o posto BG. Mac Donald (1999) relata que na década de 90 o número de eventos climáticos catastróficos em escala global foi três vezes maior, e os custos decorrentes cresceram oito vezes, em relação à década de 60.

6.4. Estudos de caso: eventos extremos ocorridos em 1976, 1983 e 1997⁸

Com o objetivo de analisar temporalmente aspectos socioeconômicos decorrentes de diferentes eventos extremos pluviiais foram selecionados, mediante a análise dos dados pluviométricos e dos dados coletados nos jornais, um episódio representativo de cada década uma das três décadas mais recentes tendo em vista a inexistência de dados para a década de 60:

- episódio do dia 12/08/1976

Este foi um ano em que mais uma vez observou-se a atividade de um El Niño de fraca magnitude. Mas como já discutido, a região da RMC não chega a ser afetada pelo fenômeno quando de fraca intensidade.

As cartas sinóticas mostram a passagem de uma frente fria sobre a região, os ventos eram de moderados a fracos e as temperaturas encontravam-se em declínio. Destacam-se os baixos valores pluviométricos registrados nessa ocorrência (tabela 6.9), pois o grande volume precipitado ocorreu em forma de granizo, não sendo registrado nos pluviômetros.

Tabela 6.9- Precipitação do dia 12/08/1976 nos postos da RMC.

	AM	BG	ME	CD	CI	CM	HL	ID	IT	JG	PD
12/8/1976	9,5	6,0	9,6	9,8	10,4	7,8	9,5	18,6	0,5	9,7	0,8

A tempestade iniciou-se às 5:50h e persistiu durante cerca de 8 minutos. Foram registrados ventos de 50km/h e a temperatura chegou a 15,5° C de acordo com o serviço de Meteorologia do Aeroporto Internacional de Viracopos (Correio Popular, 1976).

O saldo de danos para os municípios foram:

• Campinas:

- inúmeras residências tiveram seus vidros e telhados danificados em todas as regiões da cidade;

-no Jardim São Pedro, Santa Lúcia e Novos Campos Elísios “*periferia da cidade*” (Folha de São Paulo, 1976) 26 casas desabaram;

- 26 famílias foram desabrigadas;

- não houve de vítimas fatais, somente alguns ferimentos leves;

⁸ Não foram considerados os impactos relativos á desorganização no trânsito ou acidentes associados.

- nos bairros Ponte Preta, Guanabara, Bosque, Castelo, Largo das Andorinhas e Avenida Brasil foram registrados alagamentos em decorrência do entupimento das bocas de lobo pelo gelo;

- alguns prédios do centro da cidade tiveram os vidros estilhaçados, causando preocupação por serem amplos e representarem perigo para os pedestres;

- houve queda de árvores;

- algumas pessoas ficaram ilhadas;

- documentos do Cartório Eleitoral do município foram danificados pela chuva que penetrou através das vidraças quebradas pelo granizo.

• **Sumaré e Monte Mor:** culturas agrícolas atingidas pelo granizo, com perda de:

- 2 milhões e 800 mil pés de tomates;

- 200 hectares de batatas;

- 40 hectares de feijão;

-500 mil pés de hortaliças;

- 100 mil pés de café.

• **Valinhos e Vinhedo:** perdas na fruticultura de figo e uva.

Os maiores prejuízos observados foram relativos a danos estruturais e na agricultura.

As casas atingidas com mais gravidade situavam-se na periferia, levando a inferência de que eram construções menos estruturadas e por isso desabaram diante do impacto do granizo, sendo responsáveis pelo número de feridos. As demais construções sofreram danos menos graves, como vidraças partidas e tetos danificados, provavelmente em virtude de serem mais sólidas.

Os bairros afetados pelo alagamento foram os da zona central, não havendo referência aos locais que tradicionalmente são alagados atualmente.

Nota-se que a referência a Sumaré é de caráter rural, dando a entender que essa região ainda era pouco urbanizada.

- episódio dos dias 31/05/1983 a 07/06/83

Os anos de 1982 e 1983 foram marcados pela atuação de um dos mais fortes El Niño do século, com reflexos em várias regiões do mundo, ocasionando impactos sócio-econômicos calamitosos.

Foi observado um período de forte estiagem na Indonésia, leste da Austrália, Melanésia, Índia, Sri Lanka e sul da África, entre outras áreas. Entretanto, em locais como no Pacífico Central houve o aumento de precipitação que deflagraram enchentes de grande abrangência (KAYANO e MOURA, 1986).

No Brasil, a população das regiões nordeste e sul também experimentaram os efeitos do El Niño, com impactos de magnitudes semelhantes, mas de causas diferentes. No Sul ocorreram chuvas intensas que causaram enchentes e inundações com milhares de desabrigados e dezenas de mortos; no nordeste, a estiagem prolongada fazia vítimas.

Na região da RMC pode-se observar a intensidade da atuação do fenômeno nos totais anuais de precipitação, que foram os mais altos de toda série. No nível mensal, maio e junho apresentaram anomalias positivas bastante elevadas, com mais de 300% acima da média.

Kayano e Moura (1986) esclarecem que durante a fase madura desse El Niño, entre março a agosto de 1983, houve a permanência de uma intensa corrente de jato sobre a América do Sul, com velocidades acima do normal, e de maio a junho ocorreram bloqueios atmosféricos sobre a América do Sul, causando as intensas precipitações observadas.

No final de maio e início de junho de 1983, a RMC esteve sob chuvas durante vários dias, algumas delas de significativa intensidade, conforme mostra a tabela 6.10:

Tabela 6.10- Precipitação acumulada entre os dias 31/05 a 07/06/1983 nos postos da RMC

	AM	BG	ME	CD	CI	CM	HL	ID	IT	JG	PD
29/5/1983	58,1	51,3	41,1	73,2	66,5	70,0	30,2	59,1	20,5	42,3	56,2
30/5/1983	30,3	40,0	43,7	38,4	38,0	47,7	39,6	48,2	80,3	37,5	37,8
31/5/1983	53,7	58,3	55,2	65,6	57,1	59,8	52,8	117,2	61,8	58,2	60,9
1/6/1983	12,0	14,4	13,6	9,6	9,2	15,9	5,3	3,9	18,8	7,5	13,0
2/6/1983	4,4	9,3	10,5	6,8	5,9	7,4	8,2	5,5	8,3	11,7	11,7
3/6/1983	16,4	12,4	10,5	11,7	11,0	14,9	14,3	13,3	18,8	11,0	15,4
4/6/1983	10,3	17,1	21,6	24,2	27,2	13,8	8,3	47,5	23,6	12,2	14,6
5/6/1983	8,3	20,7	13,3	10,3	14,0	13,7	3,4	28,9	23,5	11,3	17,8
6/6/1983	30,5	34,0	32,4	44,1	37,8	16,6	42,3	31,6	40,6	24,3	28,3
7/6/1983	42,6	37,7	35,2	36,6	34,4	35,0	27,4	107,2	52,0	26,2	35,9
acumulada	266,6	295,2	277,1	320,5	301,1	294,8	231,8	462,4	348,2	242,2	291,6

Observa-se o alto montante de precipitação em poucos dias, o equivalente ou mesmo superior a média do mês de janeiro, o mais chuvoso na área. Em ID os dados mostram a ocorrência de dois eventos na faixa de 100,0mm, ilustrando a intensidade do acontecimento.

As cartas sinóticas e o boletim meteorológico da Marinha mostram o avanço de uma frente fria na região durante o período, indicando que a gênese das fortes chuvas foi frontal.

Os impactos decorrentes foram:

• **Campinas:**

- as chuvas associadas aos fortes ventos provocaram a queda de cerca de 30 árvores em diversos pontos da cidade, como na avenida Orozimbo Maia, praça Luiz de Camões e Jardim Chapadão, atingindo carros e uma garagem, mas sem registro de pessoas feridas;

- no distrito de Sousas houve elevação do rio Atibaia, que inundou diversas residências e deixou 20 famílias desabrigadas;

- nos bairros Recanto da Fortuna, Jardim Campineiro, Jardim São Marcos e Jardim Santa Lúcia cerca de 100 barracos foram alagados e uma desabou;

- as casas do bairro Leblon foram invadidas pela água por encontrarem-se em uma área alagadiça;

- vários locais como o bairro Taquaral e a Avenida Norte-Sul registraram pontos de alagamento;

- houve o rompimento de adutoras deixando cerca de 20 bairros sem água.

• **Sumaré:**

- a inundação do ribeirão Quilombo causou o alagamento de várias residências no bairro São Domingos.

• **Paulínia:**

- as casas dos bairros Cascata e Poço Fundo foram cobertas pela água, “*ficando apenas o telhado para fora*” (Correio Popular, 1983).

• **Nova Odessa e Americana:**

- várias casas foram alagadas pela inundação do ribeirão Quilombo.

• **Monte Mor e Hortolândia:**

- várias casas foram invadidas pelas águas.

Um dos aspectos positivos é que apesar da amplitude do evento não houve registro de mortos, pelo menos nas notícias coletadas nos jornais.

Os moradores do bairro Leblon tiveram grandes perdas, pois o loteamento encontra-se em uma área alagadiça. Relataram que a venda dos terrenos foi feita pela loteadora na época da estiagem e por isso não tinham noção de que a área era sujeita a alagamentos. Bastante revoltados, declaravam ainda que iriam processar a construtora. Pela primeira vez nas notícias observadas foram discutidos aspectos de ocupação urbana na ocorrência de impactos relativos às chuvas intensas.

O papel desempenhado pelo poder público era primordialmente assistencialista. O representante visitava o local, os desalojados eram encaminhados para abrigos, organizava-se doações para as vítimas, os veículos da prefeitura eram disponibilizados para realizar a mudança das pessoas atingidas. A percepção da população ia ao encontro a essas ações, e as reivindicações feitas eram relativas a esses aspectos.

As precipitações cessaram após 11 dias e a meteorologia previa queda de temperatura para os dias subsequentes (portanto, essas precipitações teriam gênese frontal), causando mais desconforto para as famílias desabrigadas ou que tiveram suas casas atingidas.

Para os demais municípios não foram encontradas informações.

- **episódio do dia 25/12/1997**

O El Niño que atuou em 1997/98 foi de grande intensidade, causando excesso de precipitação na região Sul do Brasil, estiagens no norte da Amazônia, inverno ameno no Sudeste e redução da precipitação da época chuvosa no Nordeste, trazendo para a agricultura brasileira perdas estimadas em torno de R\$3,5 bilhões (TERRACINES, 2000).

Na escala anual, somente no posto CM houve elevação da precipitação; nos demais não houve expressivo aumento. Fonseca (2002) observou que no ano de 1997 as temperaturas para a RMC foram superiores à média. Este fato pode, entre outras alterações, causar maior evaporação local favorecendo a formação de chuvas convectivas.

Este episódio, ao contrário do evento de maio/junho de 1983, ocorreu em um único dia de precipitação intensa.

As cartas sinóticas mostram que na ocasião uma frente fria sobre a porção meridional do continente se movia para nordeste, porém se deslocou para o oceano e não atingiu a RMC.

Tal fato aponta para uma formação local da precipitação, hipótese reforçada pela análise dos valores de cada posto (tabela 6.11). Pode-se observar que as maiores totais localizaram-se nos postos do município de Campinas, na região central e nos demais não chegou a ser um volume expressivo, o que dificilmente ocorreria em caso de atuação de um sistema de maior escala.

Tabela 6.11- Precipitação do dia 25/12/1997 nos postos da RMC

	AM	BG	ME	CD	CI	CM	HL	ID	IT	JG	PD
25/12/97	74,0	135,0	105,7	185,0	107,6	28,1	42,4	0,0	34,3	0,0	43,5

Para a população atingida, este episódio foi particularmente traumático por ter-se iniciado na véspera de Natal, quando muitas famílias estavam reunidas para comemorar a data, aumentando a percepção relativa ao acidente. Relatos de leitoas boiando nas águas da inundação, convidados que não conseguiam sair do apartamento e os que não conseguiam entrar por falta de energia elétrica no elevador, a chuva que entrava pela laje que seria coberta com o décimo-terceiro salário, evidenciam a dimensão humana do evento físico, dotando-lhe de um significado que não é apreendido pelos números.

Os municípios mais atingidos, segundo os dados da imprensa, foram Campinas e Sumaré.

Os impactos noticiados foram os seguintes:

• **Campinas:**

- pelo menos 400 famílias ficaram desabrigadas no município;
- na região central da cidade várias ruas foram alagadas em decorrência de um sistema de drenagem obsoleto e subdimensionado;
- a Norte-Sul, uma das principais vias de circulação da cidade, foi alagada pela inundação do Córrego Proença, o qual tem suas margens compostas pelas duas pistas da avenida, que foram inundadas pelas águas que chegaram a meio metro de altura. Os carros que trafegavam no local foram arrastados e vários estabelecimentos comerciais invadidos pelas águas;
- no distrito de Barão Geraldo o Ribeirão das Pedras transbordou e alagou cerca de 50 casas;

- um dos locais mais afetados foi a Favela Moscou, que se situa dentro da calha do ribeirão Anhumas. A inundação do curso d'água alagou 100 barracos, deixando mais precária a situa o dos moradores que perderam roupas, móveis, alimentos, etc.;
- no Jardim Campineiro e São Marcos aproximadamente 400 casas foram alagadas;
- a queda de árvores sobre os fios de energia e o grande número de descargas atmosféricas provocaram 87 mil desligamentos, segundo dados da Companhia Paulista de Força e Luz (CPFL);
- as enchentes e as inunda es provocaram contamina o dos reservatórios.

• **Sumaré:**

- cerca de 200 famílias ficaram desabrigadas;
- um homem foi arrastado pelas águas do Ribeirão Quilombo que subiu 1,5 metros;
- nos bairros Jardim Maria Antonia e Nova Terra desabaram 2 e 1 casas, respectivamente;
- uma adutora se rompeu em virtude do volume excessivo de água, deixando 12 bairros sem água e prejudicando cerca de 100 mil pessoas.

• **Santa Bárbara D'Oeste:**

- ocorreram alagamentos em trechos da Avenida Amizade;
- nos bairros Jardim Europa e Jardim Brasília houve queda de árvores, algumas das quais atingiram automóveis;
- no Jardim Concei o 6 casas foram alagadas;
- uma casa foi destelhada no bairro São Joaquim.

• **Indaiatuba:**

- houve a queda de 10 árvores, algumas das quais sobre veículos que estavam no local; outras caíram sobre a rede elétrica causando falta de energia;

• **Paulínia:**

- no bairro Passo Fundo as águas ilharam os moradores de um chalé.

Percebe-se que a intensidade deste evento foi maior em termos de magnitude física e de impactos em relação ao anterior, com registro de pelo menos uma morte. As habitações atingidas foram na maioria construções precárias localizadas em pontos sujeitos à alagamentos (VICENTINI,1993; BRIGUENTI, 2001).

Neste período, a falta de planejamento de uso e ocupação da terra foram intensamente discutidos na imprensa. O papel do poder público é encarado de forma diferente, não mais somente assistencialista, mas como regulador da urbanização e responsável pelos problemas decorrentes de sua omissão. A percepção da população também foi modificada, também exigindo providencias mais efetivas do poder público em relação às obras de prevenção às enchentes e inundações.

Porém, não foi retomado o aspecto dos outros responsáveis pela construção de loteamentos em locais sujeitos a alagamentos, como observado no caso do bairro Leblon, que foi loteado por uma empresa que por lei deveria contar com profissionais qualificados para avaliar as limitações do sítio. Cada vez mais se observa nas cidades da RMC a ocupação de áreas inadequadas, bem como práticas de uso da terra que tendem a agravar os problemas associados às chuvas intensas.

Em uma reportagem posterior de 26/10/1997, é relacionado o crescimento da região enquanto atrativa de um contingente populacional em busca de trabalho, e a ocupação de áreas inadequadas com o surgimento de problemas de alagamentos a partir da década de 70, que foram intensificados nas décadas de 80 e 90. A reportagem (anexo1) refere-se à década de 90 como “*a década das catástrofes*”, colocando que em todos os anos ocorreram impactos relacionados à eventos pluviais na RMC, com o crescimento do número de óbitos, que pode ser considerado como o saldo mais trágico e a decretação de dois estados de calamidade. Ressalva-se que o episódio tomado como estudo de caso ainda não havia acontecido, o que aumentaria as estatísticas da reportagem.

De fato, ao pesquisar as notícias pode-se notar que as informações referentes à década de 90 eram muito mais numerosas que as das décadas anteriores, mesmo do decênio 80-89, período mais chuvoso segundo os dados. O mesmo se observou em relação aos primeiros anos de 2000, que segundo a funcionária do CMU, as notícias relativas às inundações do ano de 2003 são bem mais numerosas que as da década de 90, e certamente que as de 80.

Tal fato, não pode ser considerado por si apenas como indício do aumento de impactos relacionados aos eventos pluviiais, ficando claro que não é possível determinar o grau ou a mudança de vulnerabilidade baseados exclusivamente nas informações obtidas junto aos órgãos de imprensa, para tanto seriam necessárias as informações dos setores oficiais. Furtado (2004) coloca que a imprensa local passou a veicular um número maior de informações relativas ao assunto após a estruturação da Defesa Civil no município, acontecida no início dos anos 90, assim como nos últimos anos houve uma mudança de percepção da população e da mídia ao risco. Entretanto, Furtado (op cit) também considera que a vulnerabilidade da população da RMC aumentou na última década em decorrência, principalmente, da ocupação de áreas de risco. O fenômeno das ocupações irregulares é notório em Campinas; em 1997 aconteceram as grandes ocupações do Jardim Monte Cristo e Parque Oziel, que aglomeram uma população equivalente a de uma cidade de pequeno porte, vivendo em uma área sem estrutura urbana adequada. Mac Donald (1999) igualmente considera que na década de 1990, em nível mundial, ocorreu um aumento da vulnerabilidade da sociedade como resultado da urbanização, sendo que em 1997 13.000 mortes e US\$ 300 bilhões associados aos eventos climáticos.

Outro exemplo contundente é a Favela Moscou, que sempre registra alagamentos em episódios pluviiais, mesmo de baixa magnitude. Em trabalho de campo à área, foi observado que a população ocupa a calha do rio, conseqüentemente, é natural que os barracos sejam atingidos durante as chuvas.

Sumaré, um dos locais recorrentemente atingidos, é fruto da expansão desordenada do município de Campinas, figurando como sua periferia no decorrer do processo de evolução da região, possuindo os ônus relativos à essa condição.

As áreas atingidas durante os episódios são sempre as mesmas, de forma geral. Mesmo em episódios mais extremos, como o observado em fevereiro de 2003, alguns lugares não são tão afetados, enquanto as tragédias têm local marcado, ou seja, os padrões de ocupação não são concernentes com as características físicas do sistema (VICENTE e NUNES, 2004).

Para os demais municípios há um número pequeno de registros nas fontes pesquisadas, se fazendo necessária a investigação nos jornais de cada município.

Mais uma vez torna-se evidente o que vem sendo exaustivamente discutido desde a década de 80: a problemática relativa aos eventos de precipitação observada na RMC é conseqüência principalmente do uso e ocupação inadequados do espaço urbano, derivados da

omissão e descaso do poder público e dos interesses de uma pequena parcela da população, ou seja, a estrutura urbana não foi, nem está sendo planejada com consideração do ritmo pluvial da área.

A população mais atingida é sempre a que ocupa os locais com precária infra-estrutura, ou até mesmo sem infra-estrutura alguma, que muitas vezes é empurrada em busca de aluguéis mais baratos, ou seja, diferentes setores de uma sociedade que ocupam o mesmo espaço possuem diferentes graus de vulnerabilidade.

7. CONCLUSÕES

As análises realizadas considerando dados de precipitação da Região Metropolitana de Campinas permitiram conhecer alguns aspectos da variabilidade desse elemento na área. Não objetivou-se traçar um quadro completo e definitivo sobre o assunto, dada sua complexidade, mas fornecer elementos que possam contribuir para o avanço da questão e auxiliar investigações futuras.

Avaliando as alturas anuais da precipitação para o período completo, observou-se um padrão espacial de aumento da chuva, grosso modo, leste-oeste na área de estudo.

O ano de 1982/83 foi o mais chuvoso em todos os postos, excetuando CM, cujo ano com maior altura pluviométrica foi o de 1996/97. Quanto aos menores valores de precipitação houve maior variação, porém, o ano de 1968/69 foi o mais seco em 7 dos 11 postos. Porém, todos os anos de alturas mais baixas ocorreram nas décadas de 1960 e 1970.

Tomando-se por parâmetro a média dos 40 anos, há uma nítida distinção entre as duas décadas mais recentes em relação às de 1960 e 1970: os anos 80 e 90 apresentaram valores pluviais mais elevados, sendo a década de 1980 a mais chuvosa do período. Especialmente o município de Campinas se destacou, com maior variação dos montantes ao longo dos 40 anos. O posto BG, em particular, foi o mais variável.

No nível mensal, o ritmo tropical é bem nítido na área, com maior concentração de precipitação entre dezembro a março.

Também nesta escala temporal, as décadas de 1980 e 1990 foram as de montantes mais elevados, enquanto que a de 1960 foi a menos chuvosa entre as 4 analisadas.

Quanto à variabilidade, os meses de precipitação mais elevada, particularmente janeiro, foram bem heterogêneos. Com isso, salienta-se que a variabilidade mensal da região é bastante conhecida; por isso, verões chuvosos com chuvas potencialmente impactantes não são inesperados, e portanto passíveis de medidas preventivas que absorvam e minimizem seus efeitos nos mais diversos setores socioeconômicos.

A análise dos valores de desvio padrão e decomposição da média mensal atestaram essa característica.

O ano de 1975/76 se destacou por ter uma distribuição mais homogênea dos valores de precipitação ao longo dos meses. Porém, nenhum traço mais marcante quanto à distribuição das

chuvas pelos meses aparece de forma tão evidente na comparação intra-decadal, merecendo apenas menção que nos anos mais recentes a contribuição de setembro em relação ao total anual foi ligeiramente mais alta.

Tanto nos níveis anual como mensal a década de 1970 foi a menos variável em termos de distribuição de chuvas.

Os postos não apresentaram diferenças expressivas dos montantes mensais, indicando que não há no nível local nenhum atributo do sítio que confira maior dinamização da precipitação.

A atuação El Niño, no ano de 1982/83, refletiu-se na elevação da precipitação nos meses mais secos. Os anos anômalos positivos apresentaram distribuição mais regular da chuva, indicando que a interferência de condicionantes de grande escala como a fase quente do ENOS, pode acarretar, em alguns casos, em uma distribuição inter-anual mais equivalente.

No nível das precipitações diárias intensas observaram-se diferenças importantes entre os totais excepcionais posto a posto, e em geral os episódios anômalos positivos mais expressivos concentraram-se nas décadas de 1980, e, principalmente, na de 1990.

Avaliando a distribuição das chuvas intensas mês a mês, notou-se que agosto apresentou a menor contribuição (no caso de algumas séries, sem nenhum episódio com totais maiores que 50,0mm/24h). Já os meses de dezembro a fevereiro concentraram sobremaneira as ocorrências.

Foi observada correlação entre anos excepcionalmente chuvosos e ocorrência de pluviosidade diária intensa. Além das décadas de 1980 e 1990 terem sido as mais chuvosas, também concentraram os eventos extremos.

No nível do detalhamento espacial, considerando as características de cada posto, BG merece destaque, tendo em vista que em todos os parâmetros avaliados teve maior variabilidade. Ao longo do período completo foi ele também que apresentou maior alteração. Hipoteticamente esse fato poderia estar relacionado à variação expressiva do uso da terra que altera a dinâmica interativa superfície/atmosfera, provocando mudanças nas variáveis climáticas, em especial na precipitação. Outro fator contribuinte neste quadro poderia estar relacionado à maior inserção de poluentes na atmosfera, decorrentes das atividades industriais observadas na área. Estudos sobre a composição química do ar na área, realizados no início da década de 1990 (SEWÁ, 1993), revelaram a alta concentração de gases poluentes e a ocorrência de chuva ácida no local, que poderiam estar interferindo também na variabilidade da precipitação.

Comparando a distribuição espacial das precipitações intensas para as 4 décadas, observou-se uma grande diferença, particularmente ampliada no setor norte do município de Campinas, que passou a registrar nas duas décadas mais recentes um número maior de eventos anômalos positivos. Merece destaque uma inversão da tendência espacial entre as décadas de 1960 e 1980: na primeira, o setor oeste era mais chuvoso que o leste, cuja tendência ampliou-se para toda a área na década de 70. Na segunda, verificou-se o inverso, ou seja, o setor leste apresentou mais montantes intensos em relação ao oeste, e novamente na década seguinte ocorreu a ampliação do padrão.

De acordo com o IPCC (2001) um dos indícios de mudança climática refere-se ao aumento dos eventos extremos, fato que foi constatado na RMC, o que poderia indicar interconexão entre as escalas local e global na área.

Relativo a extensa pesquisa junto a imprensa observou-se a generalidade das informações, as quais oscilam segundo a perspectiva social, política e econômica de um quadro regional particular e conjuntural, sendo que danos as estruturas e ocorrências de maior ou menor monta são relativizadas pelo filtro da mídia. Mediante esse quadro, essas informações mostraram-se por demais inconsistentes em relação aos objetivos desse trabalho, mesmo tendo sido levantadas sob rígido critério no que se refere a evolução temporal da vulnerabilidade da população frente aos episódios extremos de uma área tão complexa e extensa quanto a RMC.

Como exemplo, pode-se citar que algumas informações foram coletadas por conta de alusões em edições posteriores dos jornais: uma edição de 1998 ao descrever um episódio ocorrido naquele dia, fazia referência a um evento de 1997 para efeito de comparação. Eram acrescentados dados novos, que não haviam sido mencionados na edição da época, pois as estatísticas mais abrangentes dos impactos levam semanas ou meses para serem levantadas, restringindo ainda mais as informações obtidas junto aos jornais.

Porém, ressalta-se novamente sua importância na complementação dos dados e no aspecto descritivo do evento, fornecendo um panorama mais abrangente por contar a história do evento com suas nuances humanas, que não são captados pela estatística.

Para uma investigação mais acurada desse aspecto são necessários os dados de órgãos públicos, que apesar de solicitações recorrentes, infelizmente não foram disponibilizadas para este estudo de forma sistematizada.

Não obstante as dificuldades de acesso aos dados, é possível a extração de observações relativas aos impactos de ordem socioeconômica, que mostram-se de extrema relevância.

É notório um padrão espacial das áreas mais vulneráveis, seja entre municípios ou em setores de um mesmo município. Sumaré, que durante o processo histórico de formação da RMC se configurou como área periférica de Campinas, constantemente registra impactos relacionados aos eventos pluviais, sejam decorrentes de alagamentos devido à precariedade da estrutura urbana, sejam oriundos de edificações afetadas devido à precariedade das construções. Padrão semelhante pode ser observado em Hortolândia, que apesar de não ter sido citada pela mídia, é uma área onde os acontecimentos de alagamentos são amplamente conhecidos.

Os locais de impactos dentro do município são recorrentes e conhecidos: as periferias e as favelas registram os saldos mais trágicos, com perdas mais contundentes, inclusive mortes. Os setores de classe média e alta também são afetados, como os bairros nobres do Cambuí e na Avenida Norte-Sul, mas os danos nesses locais são menores em termos de significância relativa.

Desta forma, os impactos decorrentes da precipitação na RMC são, salvo alguns episódios inesperados como as chuvas com granizo, em grande parte decorrentes do uso e ocupação inadequados da terra e da não realização de um planejamento que considere as características da dinâmica física do lugar. Os locais mais problemáticos, em geral, são ocupados pela população de baixa renda por serem menos valorizados, sendo essa parcela da sociedade mais vulnerável aos riscos decorrentes dos eventos pluviais intensos. Por outro lado, alguns lugares mais adequados à ocupação não sofrem danos mesmo durante os eventos na classe de 100,0mm/24h. Portanto, na RMC diferentes setores da sociedade possuem distintos graus de vulnerabilidade, intimamente associados à capacidade de resiliência econômica.

Soma-se a esse aspecto social a tendência observada nos padrões da chuva na RMC nas décadas mais recentes, com aumento nos totais precipitados de forma intensa, agravando ainda mais o quadro de vulnerabilidade. Existe a probabilidade de que essas alterações possam estar relacionadas também às atividades antrópicas, como no caso do posto BG.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As décadas iniciais do século XX foram marcadas pelo rápido e profundo avanço técnico e científico, que propiciou ao homem interferir de forma mais incisiva em seu meio, superando limitações impostas pela natureza. Essas possibilidades vieram acompanhadas de uma mudança de percepção, passando da mistificação e do temor aos elementos naturais para a sensação de domínio dos processos ambientais.

Contudo, já em meados do século XX, a maior consciência a respeito do gradativo rompimento do equilíbrio dinâmico em diversos geossistemas promoveu uma nova mudança de percepção. Esse aspecto é notado na RMC no final dos anos 1980 e início dos 1990, quando começam a ser discutidos de maneira mais contundentes as ocupações indevidas em áreas de risco e responsabilidade do poder público, relativos ao conjunto de impactos subjacentes derivados de eventos extremos de precipitação, fato que se reflete na imprensa, aflorando nesse contexto a percepção da vulnerabilidade relativa, ou seja, mais atente a alguns segmentos sociais do conjunto.

A vulnerabilidade da população da RMC está diretamente associada à fatores políticos, econômicos e culturais. No aspecto político o poder público não cumpre seu papel de órgão regulamentador do uso e ocupação da terra, permitindo o loteamento de áreas conhecidamente sujeitas aos impactos relacionados aos eventos pluviais, descumprindo orientações técnicas, e em grande parte dos casos, atendendo aos interesses econômicos de uma determinada parcela privilegiada e influente em detrimento da sociedade como um todo.

A crença de que a tecnologia trará a segurança necessária, na forma de canalização dos cursos d'água e alargamento de canais, incentiva a ocupação e permanência em áreas sujeitas à riscos, em especial a alagamentos. Alia-se o fato de que uma grande parcela da população desconhece a dinâmica dos processos físicos da área, assentando-se mais facilmente em locais sujeitos à impactos. Estes fatores refletem a cultura da sociedade contemporânea, fundamentada na dicotomia sociedade/natureza.

Existe também uma outra face, a do comércio de ocupação de áreas de risco, fomentado não só pelo déficit de moradia, mas também por interesses imobiliários oriundos da relação proveniente da extrema valorização da terra na RMC nas últimas décadas, e da mobilização de moradores de baixa renda que ocupam locais de risco em áreas valorizadas da cidade, refletindo uma cultura mercadológica, que coloca o aspecto econômico acima do humano.

Neste contexto, a questão climática emerge de forma contundente. Reitera-se a importância do estudo climatológico aplicado ao planejamento e gestão do espaço urbano, visto que o tratamento de dados climáticos sob um contexto geográfico abarca a dimensão humana e suas relações com o meio físico, correlacionando os níveis de macro e mesoescala da atmosfera em sua interface com o nível local.

Uma das grandes rupturas refere-se às mudanças climáticas, que refletem de forma particular a retroalimentação entre os sistemas sociais e atmosféricos. Se confirmadas as tendências de alterações nos elementos do clima, em especial os eventos extremos, faz-se cada vez mais necessária a integração entre ciência, sociedade e poder público.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBALA-BERTRAND, J.M. *Political economy of large natural disasters: with a special reference to developing countries*. New York: Oxford University Press, 1993. 259 p.

ALMEIDA, M.C.J. de; MODESTO, R.P.; NUNES, L.H. Caracterização pluviométrica no município de Ubatuba. In: SIMPÓSIO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, IV, 1991, Porto Alegre. *Anais...*Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul. p.148-157.

ARAKI, R. *Episódios pluviiais associados a escorregamentos no município de Guarujá*. 2003 (Relatório final de monografia) - Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas.

ASSOCIATION of American Geographers. *What are a environmental hazard?* Discute temas relacionados à Geografia. Disponível em: <www.aag.org/HDGC/www/hazards/units/html/>. Acesso em: 25 jan. 2004.

BARROS NETO, B.; SCARMINIO, I.S.; BRUNS, R.E. *Como fazer experimentos: pesquisa e desenvolvimento a ciência e na indústria*. Campinas: Editora da UNICAMP, 2003. 401p.

BEN-GAI, T.; et. al. Spatial and temporal changes in rainfall frequency distribution patterns in Israel. *Theoretical Applied Climatology*. 61, p.177-190. 1998.

BERGA, L. Dams and floods. *International Commission on Large Dams (ICOLD)*. Disponível em: <<http://www.icold-cigb.org/PDF/berga.PDF>>. Acessado em: 25 jan. 2004.

BERRY, J.K., Cartographic Modeling: The analytical capabilities of GIS. In: GOODCHILD, M.F.; PARKS, O.B.; STEYAERT, L.T.. (Org) *Environmental Modeling with GIS*. New York: Oxford University Press, 1993. 488p.

BERTONI, J.C.; TUCCI, C.E.M. Precipitação. In: TUCCI, C.E.M. (Org) *Hidrologia*. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS, 2001. 943p.

BRIGUENTI, E. C. *Mapeamento das áreas urbanizadas com risco de inundações na bacia do Ribeirão Anhumas*. 2001. Monografia de Bacharelado em Geografia. Universidade Estadual Paulista.

BRUNETTI, M.; BUFFONI, L.; MAUGERI, M.; NANNI, T. Precipitation intensity trends in Northern Italy. *International Journal of Climatology*, n.20, p.1017-1031, 2000.

BRUNETTI, M.; MAUGERI, M.; NANNI, T. Changes in total precipitation, rainy days and extreme events in Northeastern Italy. *International Journal of Climatology*, n.21, p.861-871, 2001.

BRYANT, E. A. *Natural hazards*. Cambridge: Cambridge University Press, 1991. 294 p.

CALBETE, N. O.; CALBETE, S.R.; ROZANTE, J.R.; LEMOS, C.F. precipitações intensas ocorridas no período de 1986 a 1996 no Brasil. *Climanálise especial. Edição comemorativa de 10 anos*. MCT/INPE, CEPETEC, out/96.

CANO, W.; BRANDÃO, C.A. *A Região metropolitana de Campinas: urbanização, economia, finanças e meio ambiente*. Campinas: Ed. da UNICAMP, 2002. v.1, 439p.

CATÁSTROFES naturais no mundo. São Paulo: Estadão online. Apresenta notícias publicadas pelo jornal O Estado de São Paulo, Jornal da Tarde, Agência Estado e Rádio Eldorado. Disponível em: <www.estadao.com.br>. Acesso em: 08 jun. 2003.

CAVIEDES, N. The effects of ENSO events in some key regions of the South American continent. In: GREGORY, S. *Recent Climatic Changes*. Londres: Belhaven, 1998. p.252-266.

CORNISH, P.M. changes in seasonal and annual rainfall in New South Wales. *Search*, v.8, n.1-2, p.39- 41, jan.-feb.1997.

CHRISTOFOLETTI, A. *Modelagem de Sistemas Ambientais*. São Paulo: Edgard Blücher, 1999. 106p.

CUBASCH, U.; KASANG, D. Extremes and climate change. In: LOZÁN, J.L. et al. (Org) *Climate of the 21st century: changes and risks*. Hamburgo: Wissenschaftliche Auswertungen, 2001. 448p.

D'ALMEIDA, C.; GRIMM, A.M. oscilações intrasazonais da precipitação na estação chuvosa em São Paulo. In: VIII CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 1998. CD ROM.

DEPARTAMENTO de ÁGUAS e ENERGIA ELÉTRICA do ESTADO de SÃO PAULO. Sistema de Informações para gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo: Plano Estadual de Recursos Hídricos 2000-2003, 2003. Banco Pluviométrico, Fluviométrico e Regionalização Hidrológica do Estado de São Paulo, 2000. CD- ROM.

FERNANDES, A.C.A., BRANDÃO, C.A., CANO, W. A Região Metropolitana de Campinas - Análise integrada. In: CANO, W.; BRANDÃO, C.A. *A Região metropolitana de Campinas: urbanização, economia, finanças e meio ambiente*. Campinas: Ed. da UNICAMP, 2002. v.1, 439p.

FONSECA, M.F. *Atuação do fenômeno El Niño na Região Metropolitana de Campinas: influência na temperatura e no regime de chuvas*. 2002 (Relatório final de monografia) - Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas.

FONZAR, B.C. Mudanças climáticas na cidade de Goiânia. *Boletim Climatológico*, v.2, n.3, p. 247-249, jul.1997.

FUJIBE, F. Diurnal variation in the frequency of heavy precipitation in Japan. *Journal of the Meteorological Society of Japan*, v.77, n.6, p.1137-1149, 1999.

FURTADO, S. Comunicação pessoal, 2004.

GALVANI, E. *El Niño-Oscilação Sul e seus efeitos nas variações das chuvas na cidade de Piracicaba-SP*. 1995. 81p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

GERARDI, L.H. de O.; SILVA, B.C.M.N. *Quantificação em Geografia*. São Paulo: Difel, 1981. 161p.

GONÇALVES, M.F., SEMEGHINI U.C. Uma metrópole singular. In: FONSECA, R.B.; DAVANZO, A.M.Q.; NEGREIROS, R.M.C. (Org) *Livro Verde: desafios para a gestão da Região Metropolitana de Campinas*. Campinas,SP: UNICAMP.IE, 2002. 498p.

GONÇALVES, N.M.S. Impactos pluviais e desorganização do espaço urbano em Salvador. In: MONTEIRO, C.A.F.; MENDONÇA, F. (Org) *Clima Urbano*. São Paulo: Contexto, 2003. 192p.

HACK, L.P. O clima urbano de Petrópolis – RJ: uma análise dos impactos ambientais das chuvas de verão nas áreas de riscos e nas inundações. In: SANT’ANNA NETO, J.L.; (Org) *Os Climas das cidades brasileiras*. Presidente Prudente: [s.n.], 2002. p.89-114.

HEATHCOTE, R. L. Extreme events analysis. In: KATES, R.W.; AUSUBEL, J.H.; BERBERIAN, M.(Org.) *Scope- Climate impact assessment*. Paris, n.27, p.1-42,1985.

HOUGHTON, J. *Global warming: the complete briefing..* Cambridge: Cambridge University Press, 2003, 251 p.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE – IPCC Climate Change 1995 – Impacts, adaptations and mitigation of climate change: Scientific- Technical analyses. Cambridge: Cambridge University Press, 1996. 878p.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE – IPCC Climate change 2001 - The Scientific Basis. Cambridge: Cambridge University Press, 2002.

JONES, P. The instrumental data record: Its accuracy and use in attempts to identify the “CO₂ signal”. In: STORCH, H. von; NAVARRA A. (Eds). *Analysis of climate variability*. Hamburg: Springer-Verlag, 1995. 334p.

JORNAL CORREIO POPULAR, edições de 1976 a 1999.

JORNAL DIÁRIO DO POVO, edições de 1976 a 1999.

JORNAL FOLHA DE SÃO PAULO, edições de 1990 a 1997.

JORNAL O ESTADO DE SÃO PAULO, edições de 1990 a 1997.

- JURAS, J. Some common features of probability distributions for precipitation. *Theoretical and applied Climatology*. 49, p.69-76. 1994
- KARL, T.R Climate extremes: trends and attribution. In: 9th SYMPOSIUM ON GLOBAL CHANGES STUDIES, 1998, Phoenix. *American Meteorological Society*, p.156-161.
- KAYANO, M.T.; MOURA, A.D. O El Niño de 1982-83 e a precipitação sobre a América do Sul. *Revista Brasileira de Geofísica*. V.4, p.201-214, 1986.
- KATES, R.W. Cautionary tales: adaptation and the global poor. *Climatic Change*, Netherlands, n.45, p.5-17, 2000.
- KELLY, P. M.; ADGER W. N. Theory and practice in assessing vulnerability to climate change and facilitating adaptation. *Climatic Change*, Netherlands, n.47, p.325–352, 2000.
- KUNKEL, K.E.; ANDSAGER, K.; EASTERLING, D.R. Trends in heavy precipitation events over the continental US. In: 9th SYMPOSIUM ON GLOBAL CHANGES STUDIES, 1998, Phoenix, p.152-153.
- KUNKEL, K.E.; PIELKE JR, R.A.; CHANGNON, S.A. Temporal Fluctuations in weather and climate extremes that cause economic and human health impacts: a review. *Bulletin of the American Meteorological Society*, v.80, n.6, p.1077-1098, jun. 1999.
- LEMONS, C.F.; FISCH, G. Análise espacial dos sistemas frontais que atuaram sobre a região do Vale do Paraíba entre 1981 e 1998. In: XI CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 2000, p.680- 685. CD ROM.
- LIEBMANN, B.; JONES, C.; CARVALHO, L.M.V. Interannual variability of daily extreme precipitation events in the state of São Paulo, Brazil. *Journal of Climate*, n.14, p.208–218, 2001.
- MAC DONALD, G.J. Climate and catastrophic weather events. Interim Report (IR-99-034). International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA). Disponível em: <http://www.iiasa.ac.at/>. Acessado em Junho de 2004. 1999.
- MATHER, J.R.; SDASYUK, G.V. *Global change: geographical approaches*. Tucson: University of Arizona press, 1991.
- MARINHA DO BRASIL. *Boletim Meteorológico*. CD-Rom.
- MARINHA DO BRASIL. *Cartas Sinóticas à superfície*. CD-Rom.
- MELLO, M.H. de A. et al. Chuva e temperatura: cem anos de observações em Campinas. *Boletim Técnico do IAC*. Campinas, n.154, p.1-48, 1994.
- MELLO, M.H. de A. et al. Probabilidade de ocorrência de totais pluviais máximos em horários em Campinas – São Paulo. *Revista IG*, São Paulo, v.15, n.1/2, p.59-67, jan./dez.1994.

MONTEIRO, C.A.de F.; MARKUS, E.G.; GOMES, K.M.F. *Comparação da pluviosidade nos estados de São Paulo e Rio Grande do Sul nos invernos de 1957 e 1963*. Climatologia 3. São Paulo: USP, 1971.

MONTEIRO, C.A.de F. *Teoria e Clima Urbano*. São Paulo: IGEOG-USP, 1976. 181 p. (Teses e Monografias)

MONTEIRO, C.A.de F. *A dinâmica climática e as chuvas no estado de São Paulo: estudo geográfico sob forma de atlas*. São Paulo: IGEOG-USP, 1973. versão 2000. (CD-ROM elaborado pelo Grupo de Pesquisa Climatologia Geográfica).

MONTEIRO, C.A.de F. *Clima e excepcionalismo: conjecturas sobre o desempenho da atmosfera como fenômeno geográfico*. Florianópolis: Ed. da UFSC, 1991. 241 p.

NEW, M.; TODD, M.; HULME, M.; JONES, P. Precipitation measurements and trends in the twentieth century. *International Journal of Climatology*. n. 21, p.1899-1922, 2001.

NIMER, E. *Climatologia do Brasil*. Rio de Janeiro: IBGE, 1989.

NKEMDIRIM, L.C. On the frequency of precipitation-days in Calgary, Canada. *The Professional Geographer*, v.40, n.1, p.65-76, 1988.

NUNES, L.H.; MODESTO, R.P.; ALMEIDA, M.C. DE; OGURA, A.T. 1989 Estudo de episódios pluviais associados a escorregamentos - Município do Guarujá – SP. In: ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDOS SOBRE O MEIO AMBIENTE, 2, Florianópolis: UFSC, v.1, n.1, p.402-408.

NUNES, L.H. *Impacto pluvial na Serra de Paranapiacaba e Baixada Santista*. 1990. 126p. Dissertação (Mestrado em Geografia). Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas. Universidade de São Paulo, São Paulo.

NUNES, L.H.; MODESTO, R.P. Pluviometria e problemas ambientais no município do Guarujá. *Revista do departamento de Geografia*, São Paulo, n.10, p.59-71, 1996.

NUNES, L.H. *Distribuição espaço-temporal da pluviosidade no Estado de São Paulo: variabilidades, tendências, processos intervenientes*. 1997. 192p. Tese (Doutorado em Engenharia). Escola Politécnica de Engenharia. Universidade de São Paulo, São Paulo.

NUNES, L.H. 2000. Repercussão do fenômeno El Niño na pluviosidade do Estado de São Paulo. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA, IV, Rio de Janeiro, 2000. CD ROM.

NUNES, L.H., de CALBETE, N. O. Variabilidade pluviométrica no Vale do Paraíba Paulista. CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 11, 2000. Rio de Janeiro, p. 3987-3994. CD ROM.

NUNES, L.H., LOMBARDO, M.A. The impact of the warming process of the tropical Atlantic on the rainfall of the State of São Paulo, Brazil . *Rev. Ciência e Cultura* v.52, n.1, p. 45-48, 2000.

NUNES, L.H.; CALBETE, N.O. de; PERELLA, A.C.F. *Land use change and rainfall variability in the Paraíba Valley, Southeastern Brazil – Human Dimensions*. In: CHALLENGES OF A CHANGING EARTH- GLOBAL CHANGE OPEN SCIENCE CONFERENCE, 2001, Amsterdam. 1 CD ROM.

NUNES, L.H. *Pluviosidade no município de São Sebastião e entorno – associação com a evolução de sua ocupação*. In: V SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA – MUDANÇAS GLOBAIS E ESPECIFICIDADES CLIMÁTICAS REGIONAIS E LOCAIS: AVANÇOS E DESAFIOS DA CLIMATOLOGIA CONTEMPORÂNEA, 2002, Curitiba-PR. CD ROM. p.118-130.

NUNES, L.H. Floods- general aspects and information for southern Brazil. First PROSUR thematic workshop on human dimensions of floods in the PROSUR area. Inédito.

NKEMDIRIM, L.C. On the frequency of precipitation-days in Calgary, Canada. *The Professional Geographer*, v.40, n.1, p.65-76, 1988.

OLIVEIRA, N.; FOGACCIA, C.V.C.; ALMEIDA, R.M.B. Caracterização preliminar das chuvas intensas no Estado de São Paulo. In: X CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 1998, Brasília. CD ROM.

PARK, C.C. *Environmental hazards*. London: Macmillan Education Ltda, 1991. 62p.

PEÑARROCHA, D.; ESTRELA, M.J.; MILLÁN, M. Classification of daily rainfall patterns in a Mediterranean area with extreme intensity levels: the Valencia Region. *International Journal of Climatology*, , n.22, p.677-695, 2002.

PERRELLA, A.C.F.; FERREIRA, M.E. Localização das áreas de inundação em São José dos Campos-SP e espacialização da precipitação no Vale do Paraíba e áreas do litoral paulista, como subsídio ao planejamento urbano. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA, IV, 2000, Rio de Janeiro. CD ROM.

PILKE, R.A. et al. Atmospheric modeling and its spatial representation of land surface characteristics. In: GOODCHILD, M.F.; PARKS, O.B.; STEYAERT, L.T.. (Org) *Environmental Modeling with GIS*. New York: Oxford University Press, 1993. 488p.

PILKE JR, R.A.; DOWNTON, M.W. Precipitation and damaging floods: trends in the United States, 1932- 97. *American Meteorological Society*, [s.v.], [s.n], p.3625-3637, oct. 2000.

PIRES, M.C.S., SANTOS, S.M.M. Evolução da mancha urbana. In: FONSECA, R.B.; DAVANZO, A.M.Q.; NEGREIROS, R.M.C. (Org) *Livro Verde: desafios para a gestão da Região Metropolitana de Campinas*. Campinas,SP: UNICAMP.IE, 2002. 498p.

ROPELEWSKI, C.F.; HALPERT, M.S. Global and regional scale precipitation patterns associated with the El Niño/Southern Oscillation. *Monthly Weather Review*, v.115, p.1606-1626. 1987.

REVISTA VEJA, edições de 1982 a 1983.

ROPELEWSKI, C.F.; HALPERT, M.S. Quantifying Southern-Oscillation precipitation relationships. *Journal of Climate*, 9, p.1043-1059. 1996.

SANT'ANNA NETO, J.L. A tendência da pluviosidade no estado de São Paulo no período de 1941 a 1993. *Boletim Climatológico*, ano 2, n.3, p.254-259, jul.1997.

SAREWITZ, D. et al. *Workshop: Extreme Events Developing a Research Agenda for the 21st Century*. Bolder, 2000. disponível em < <http://www.esig.ucar.edu/extremes/>>. Acesso em: 14 dez. 2003.

SEABRA, F.B. *Análise Sistêmica no estudo da fragilidade do Cerrado Paulista*. 2003. 43p. Monografia (Bacharelado em Geografia) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

SETZER, J. Chuvas de intensidade máxima no Estado de São Paulo. *Revista DAE*, São Paulo, v.33, n.93, p.52-59, 1973.

SHARON, D.; KUTIEL, H. The distribution of rainfall intensity in Israel, its regional and seasonal variations and its climatological evaluation. *Journal of Climatology*, v.6, p.277-291, 1986.

SCHRÖDER, R. Precipitações no estado de São Paulo. *Bragantia*, v.15, n.18, p.193-234, 1956.

SILVA, M.E.S.; GUETTER, A.K. Mudanças climáticas regionais observadas no estado do Paraná. *Terra Livre*, v.1, n.20, p.112-123, jan./jul.2003.

SILVEIRA, L.M. 2000. Comparação do comportamento pluviométrico em diferentes localidades paranaenses durante os eventos do El Niño – 1982-83 e 1997-98. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA, IV, Rio de Janeiro, 2000. CD ROM.

SMITH, K. *Environmental hazards: assessing risk & reducing disaster*. London: Routledge, 1992. 312p.

SMITH, K., Climatic Extremes as a hazard to humans. In: THOMPSON, R.D.; THOMPSON, A.P. (Org) *Applied Climatology- principles and practices*. London: Routledge, 1997. 352p.

STORCH, H. von; NAVARRA A. (Eds). *Analysis of climate variability*. Hamburg: Springer-Verlag, 1995. 334p.

TAVARES, A.C. *O clima local de Campinas: introdução ao estudo do clima urbano*. 1974. 186 p. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo.

TERRACINES, E.B. Impactos econômicos do El Niño 97/98 na produção agrícola brasileira. In: XI CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 2000, CD ROM.

TOBIN, A.G.; MONTZ, E.B. *Natural Hazards: explanation and integration*. New York: Guilford Press, 1997. 388 p.

TURNER, B.A. *Man-made disasters*. London: Wykehan, 1978. 254p.

VARLEY, A. *Disasters, development and environment*. Chichester: John Wiley & Sons, 1994. 161p.

VICENTE, A.K., NUNES, L.H. Extreme precipitation events in Campinas city, Brazil. *Terrae*, v.1, n.1, p. C1-C3, 2004 (http://www.ige.unicamp.br/terrae/scientific/vol1_n1/pdf/nunes.pdf). Acesso em: set. 2004.

VICENTE, L.E. *Geoprocessamento aplicado à gestão territorial: uma proposta de abordagem sistêmica para o meio urbano de Presidente Prudente*. 2001. 110 p. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente.

VICENTE, L.E.; PEREZ FILHO, A. Abordagem Sistêmica e Geografia. *Geografia*, Rio Claro, v.28, n.3, p.323-344, set./dez. 2003.

VICENTINI, T.A. *Fase básica do plano diretor de drenagem para a cidade de Campinas*. 1993. 172 p. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento Básico) - Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

VILLELA, S.M.; MATTOS, A. *Hidrologia aplicada*. São Paulo: McGraw-Hill, 1975. 245p.

WEISS, L.L. A nomogram based on the Theory of Extreme Values for determining values for various return periods. *Monthly weather review*. Washington: US Department of commerce. v.83, n.3, mar.1955. p.69-71.

WIGLEY, T.M.L; JONES, P.D. England and Wales precipitation: a discusión of recent changes in variability and an update to 1985. *Journal of climatology*, v.7, p.231-246, 1987.

WHITE, G.F. *Natural Hazards: local, national, global*. New York: Oxford University Press, 1974.

WILKS, D.S. Theoretical Probability Distributions. In: *Statistical methods in the atmospheric sciences*. San Diego: Academic Press, 1995.p.86-93.

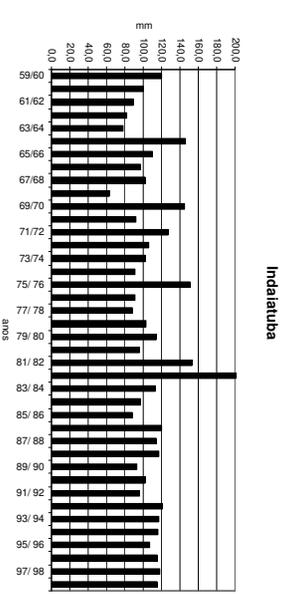
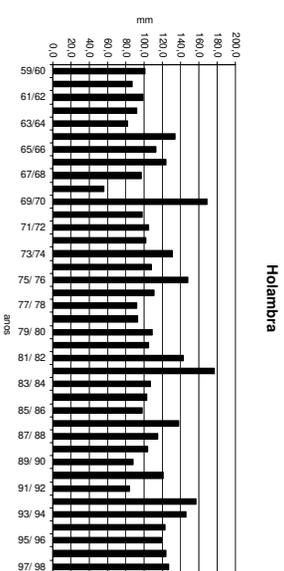
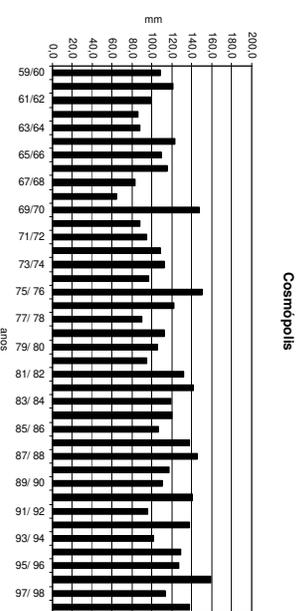
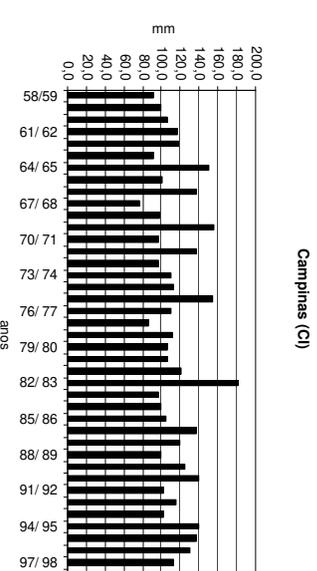
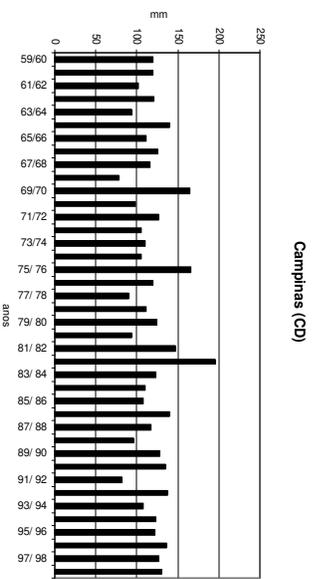
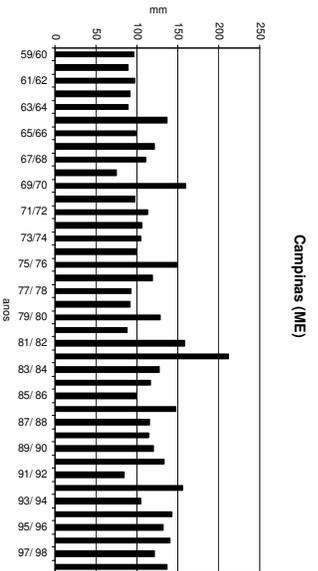
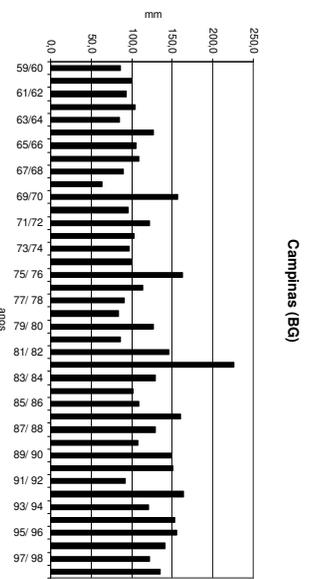
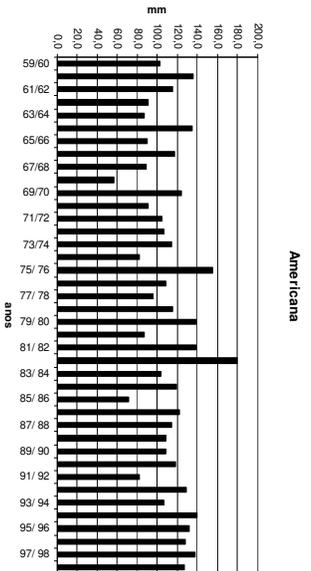
WISLER, C.O.; BRATER, E.F. *Hidrologia*. Rio de Janeiro: Ao livro técnico, 1964.

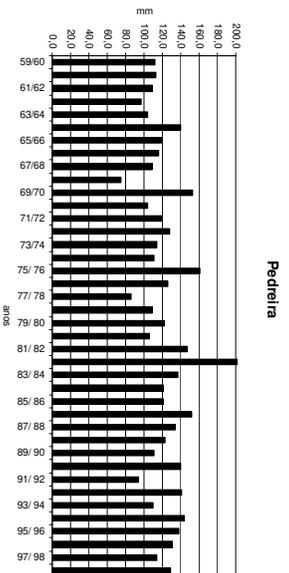
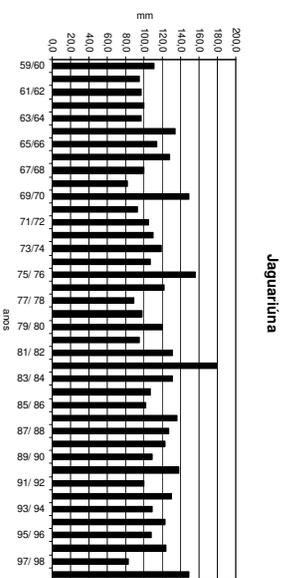
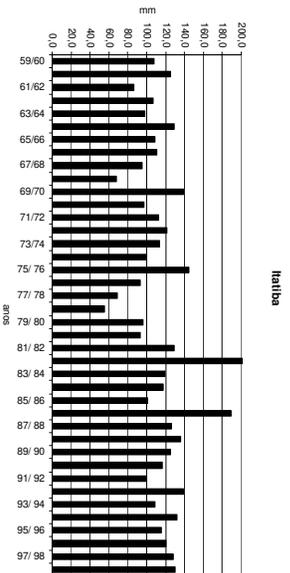
WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION. Guide to hidrological pratices. *WMO*. Geneva: Secretarial of WMO, n.168, 3th ed., 1972.

YAHN, A.G.; GIACOMINI, A.A.R.V. Recursos hídricos e saneamento. In: FONSECA, R.B.; DAVANZO, A.M.Q.; NEGREIROS, R.M.C. (Org) *Livro Verde: desafios para a gestão da Região Metropolitana de Campinas*. Campinas,SP: UNICAMP.IE, 2002. 498p.

ZULLO, S.A. *Aplicação de técnicas de componentes principais e agrupamentos em pluviometria: analyses do nordeste paraense e estado de São Paulo*. 1992. Dissertação (Mestrado em Estatística) – UNICAMP, Campinas–SP.

APÊNDICE A – GRÁFICOS DA PRECIPITAÇÃO MÉDIA ANUAL (1959/60-1998/99) - CIDADES DA RMC

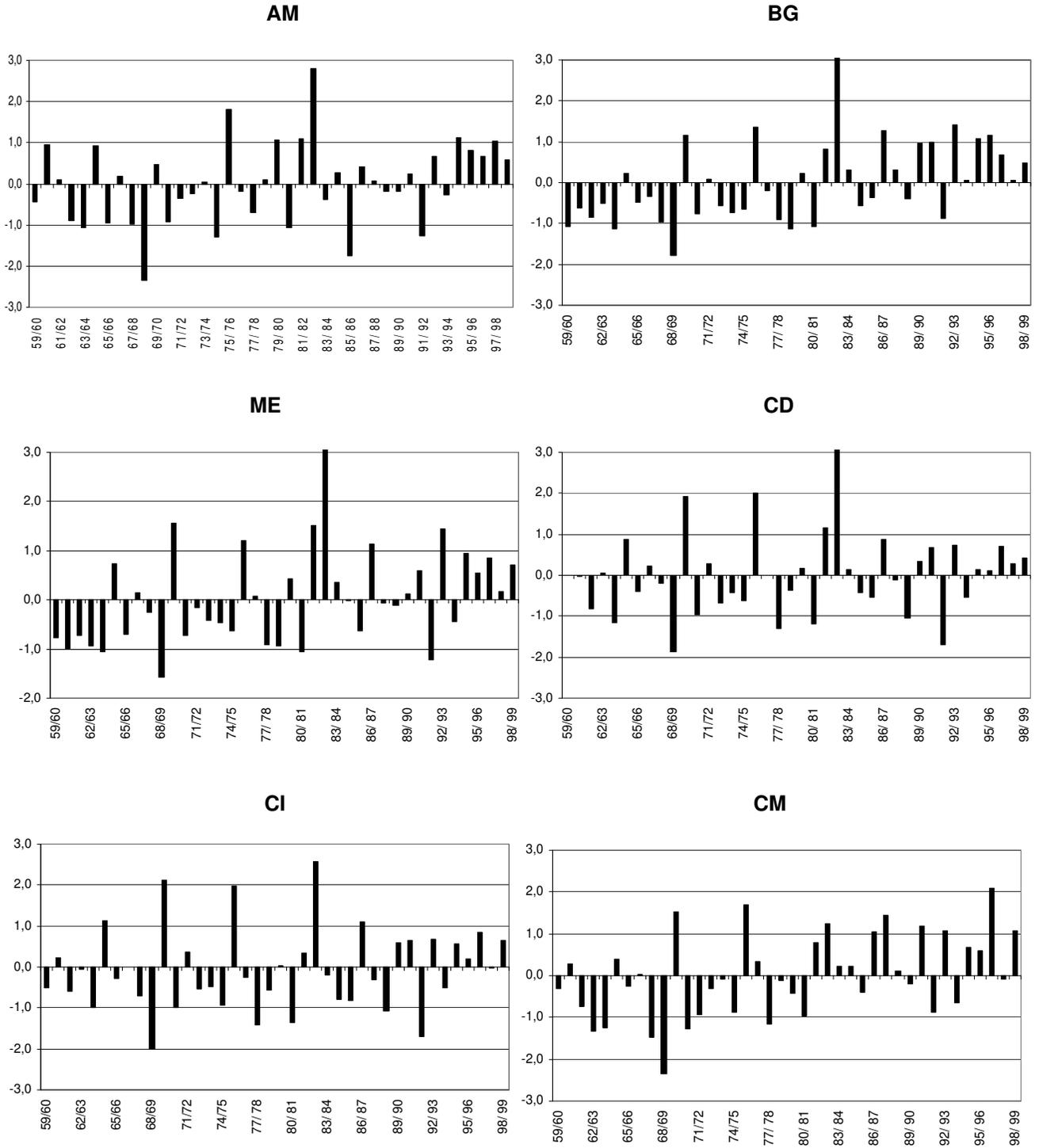




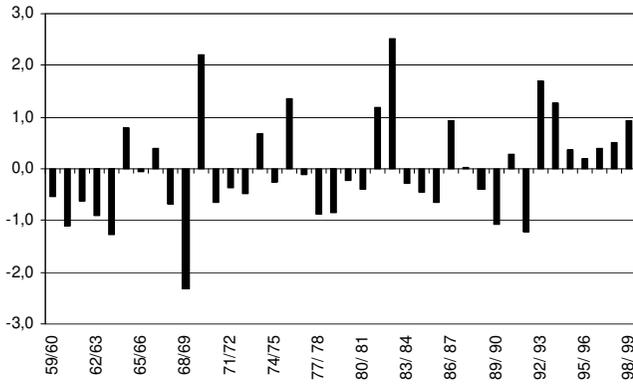
APÊNDICE B – TABELA DA ALTURA ANUAL DA PRECIPITAÇÃO, NO PERÍODO DE 1959/60 A 1998/99 EM POSTOS DA RMC.

	AM	BG	ME	CD	CI	CM	HL	ID	IT	JG	PD
59/60	1226,0	1028,8	1154,1	1442,1	1293,0	1298,8	1211,4	1436,1	1294,4	1335,3	1346,5
60/ 61	1622,3	1198,9	1077,2	1439,0	1484,2	1448,1	1043,3	1203,0	1501,3	1134,4	1354,9
61/62	1377,5	1113,7	1174,2	1217,9	1275,6	1191,5	1182,5	1065,2	1038,7	1163,6	1304,9
62/63	1093,3	1242,6	1105,3	1457,3	1411,0	1033,8	1100,6	980,9	1283,9	1203,7	1162,7
63/64	1041,0	1014,1	1064,7	1124,8	1168,0	1055,8	989,9	933,9	1178,1	1169,6	1247,9
64/65	1614,3	1518,4	1646,0	1680,7	1723,5	1475,5	1605,5	1757,4	1546,4	1607,7	1680,4
65/66	1078,8	1257,2	1179,5	1332,7	1355,9	1311,3	1356,0	1323,2	1308,4	1369,9	1431,0
66/67	1402,7	1304,2	1454,8	1507,9	1428,2	1382,9	1487,6	1159,6	1328,6	1541,2	1395,1
67/68	1066,4	1075,3	1326,7	1389,1	1247,8	999,2	1163,8	1221,0	1139,9	1205,4	1308,8
68/69	678,6	764,6	898,7	933,5	908,0	773,0	676,5	759,6	812,8	986,7	900,7
69/70	1483,7	1879,0	1914,0	1969,9	1973,7	1769,0	2031,2	1745,9	1671,4	1787,5	1835,7
70/71	1087,8	1146,1	1174,7	1178,7	1170,7	1050,7	1173,0	1102,3	1164,2	1113,9	1253,8
71/72	1252,1	1466,6	1353,3	1523,3	1520,9	1134,9	1257,1	1527,6	1351,5	1254,6	1424,2
72/73	1279,9	1227,3	1272,8	1258,7	1289,9	1300,0	1229,8	1273,0	1461,1	1325,3	1534,6
73/74	1364,3	1163,5	1252,2	1324,7	1299,9	1351,7	1576,1	1224,5	1357,4	1431,0	1372,1
74/75	979,3	1189,9	1205,1	1269,6	1182,4	1154,1	1296,4	1092,5	1199,1	1279,8	1334,0
75/ 76	1867,2	1950,7	1796,3	1995,8	1941,6	1807,5	1780,1	1810,9	1739,6	1871,4	1928,8
76/ 77	1299,6	1362,6	1435,5	1442,6	1365,3	1463,1	1333,2	1096,1	1114,5	1460,2	1508,5
77/ 78	1150,6	1090,7	1107,4	1084,5	1059,0	1082,5	1106,1	1054,4	825,4	1070,7	1026,6
78/ 79	1378,2	1006,1	1100,4	1342,6	1283,3	1347,6	1116,3	1230,5	660,4	1172,4	1303,8
79/ 80	1657,1	1522,7	1550,0	1491,6	1431,5	1265,4	1303,8	1364,9	1154,9	1439,2	1458,4
80/ 81	1041,5	1035,4	1063,6	1117,9	1075,0	1133,6	1254,8	1154,0	1115,4	1138,0	1277,4
81/ 82	1661,3	1744,1	1900,1	1762,1	1515,2	1577,4	1722,0	1832,8	1549,6	1577,5	1766,7
82/ 83	2153,7	2713,2	2542,2	2339,6	2096,9	1695,0	2123,3	2411,3	2406,3	2149,4	2491,5
83/ 84	1242,7	1557,0	1526,9	1481,2	1374,6	1433,5	1287,9	1351,0	1434,1	1566,2	1649,2
84/ 85	1429,7	1219,0	1403,8	1327,1	1219,5	1437,6	1237,5	1167,5	1412,2	1284,5	1448,8
85/ 86	849,2	1301,2	1198,7	1298,9	1216,1	1271,6	1171,7	1055,3	1209,5	1224,4	1446,7
86/ 87	1467,8	1918,4	1776,1	1682,5	1713,0	1645,7	1652,2	1436,8	2274,4	1630,6	1828,8
87/ 88	1369,2	1557,4	1386,4	1410,2	1347,8	1747,9	1378,8	1371,9	1509,6	1519,7	1604,3
88/ 89	1300,1	1290,6	1371,2	1157,9	1149,1	1403,9	1251,6	1399,5	1631,2	1476,2	1478,9
89/ 90	1298,0	1799,7	1448,1	1536,2	1578,1	1322,7	1053,1	1110,6	1507,1	1308,8	1331,9
90/ 91	1420,1	1810,9	1600,6	1626,6	1599,6	1683,4	1454,2	1220,8	1393,7	1657,3	1681,8
91/ 92	983,7	1107,5	1010,0	976,2	991,0	1151,4	1004,6	1150,8	1204,0	1200,3	1133,6
92/ 93	1541,9	1968,2	1874,8	1645,8	1606,9	1653,0	1879,8	1457,2	1662,0	1555,7	1689,6
93/ 94	1270,3	1454,8	1263,9	1295,3	1295,6	1212,4	1754,2	1407,0	1310,1	1306,4	1314,9
94/ 95	1670,7	1838,6	1716,9	1485,0	1572,0	1551,2	1480,3	1396,9	1587,7	1470,4	1724,5
95/ 96	1581,6	1871,4	1586,3	1471,0	1480,7	1525,3	1426,9	1281,1	1385,4	1292,5	1651,1
96/ 97	1538,5	1693,6	1687,8	1637,9	1649,4	1910,8	1486,0	1381,8	1445,3	1489,5	1575,3
97/ 98	1648,6	1457,4	1463,4	1521,5	1421,7	1353,4	1522,2	1414,4	1533,1	993,8	1370,0
98/ 99	1519,8	1618,0	1640,8	1560,8	1595,9	1650,9	1645,9	1380,5	1555,9	1785,9	1543,1
média	1349,7	1420,4	1407,5	1442,5	1427,6	1376,4	1370,2	1318,6	1381,5	1388,8	1478,0
s	286,0	377,9	324,5	274,4	258,9	255,6	298,7	292,4	326,2	250,3	276,0
cv	21,2	26,6	23,1	19,0	18,1	18,6	21,8	22,2	23,6	18,0	18,7

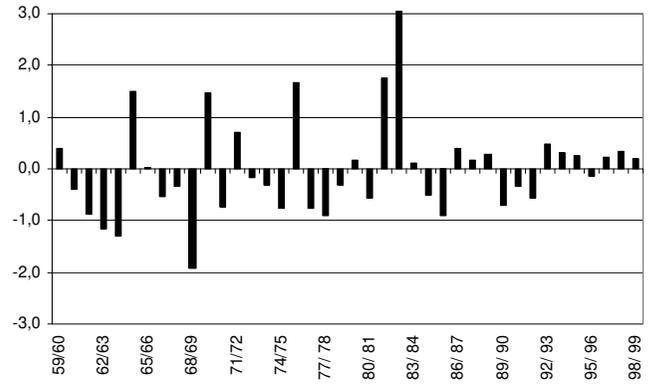
APÊNDICE C – VARIABILIDADE ANUAL DA PRECIPITAÇÃO UTILIZANDO A PADRONIZAÇÃO



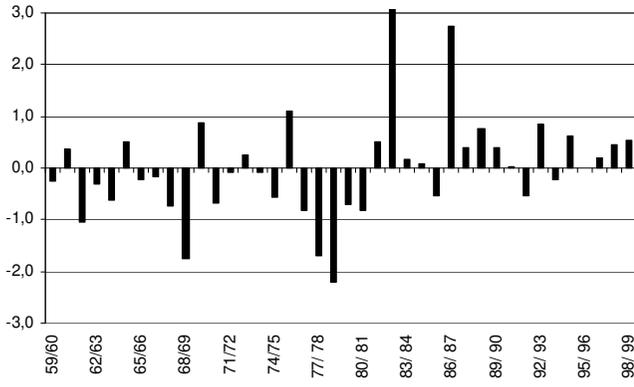
HL



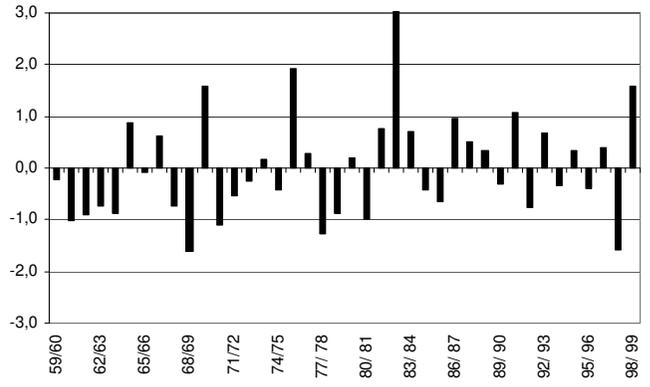
ID



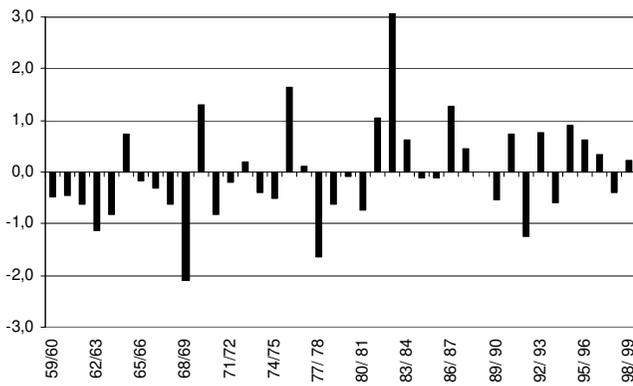
IT



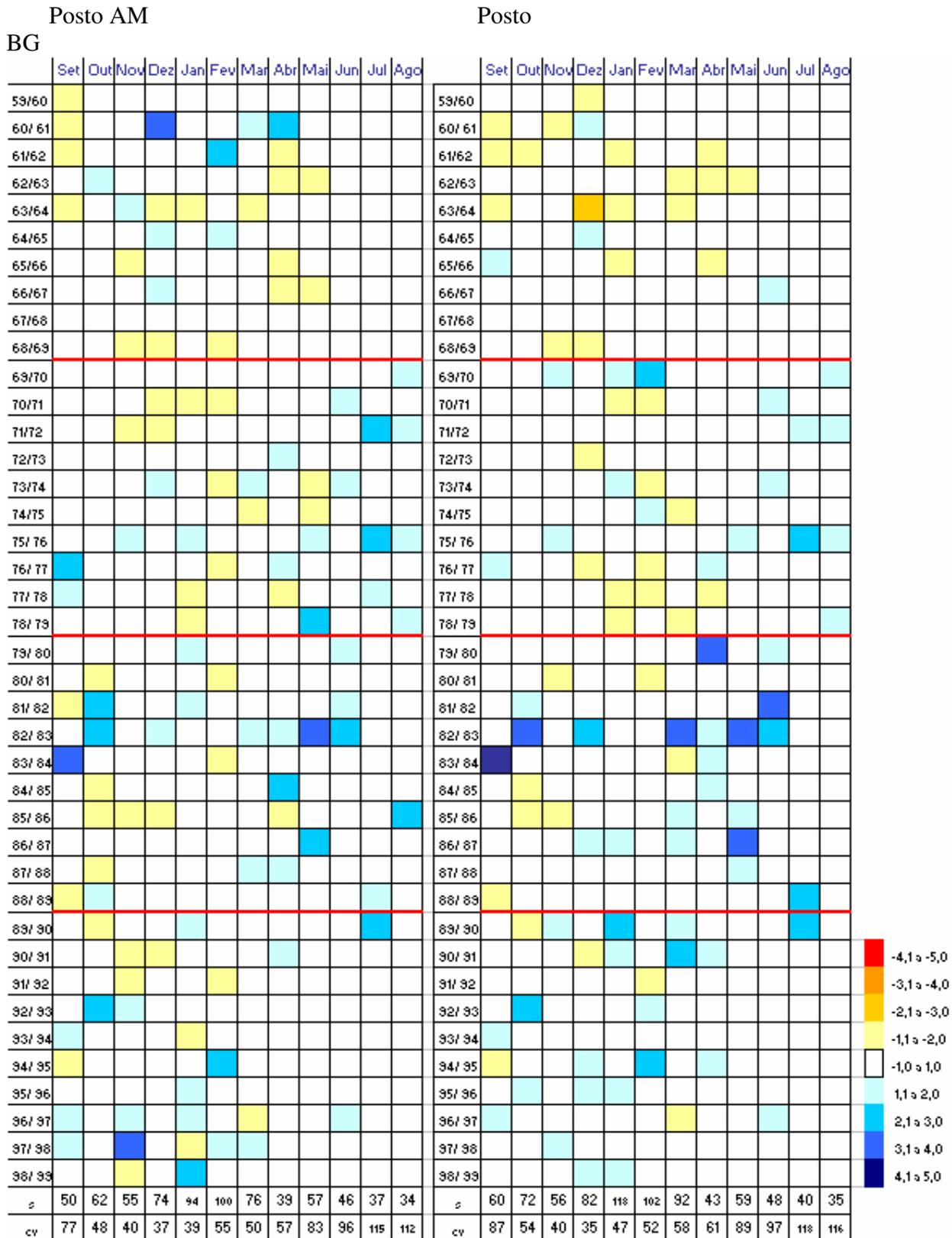
JG

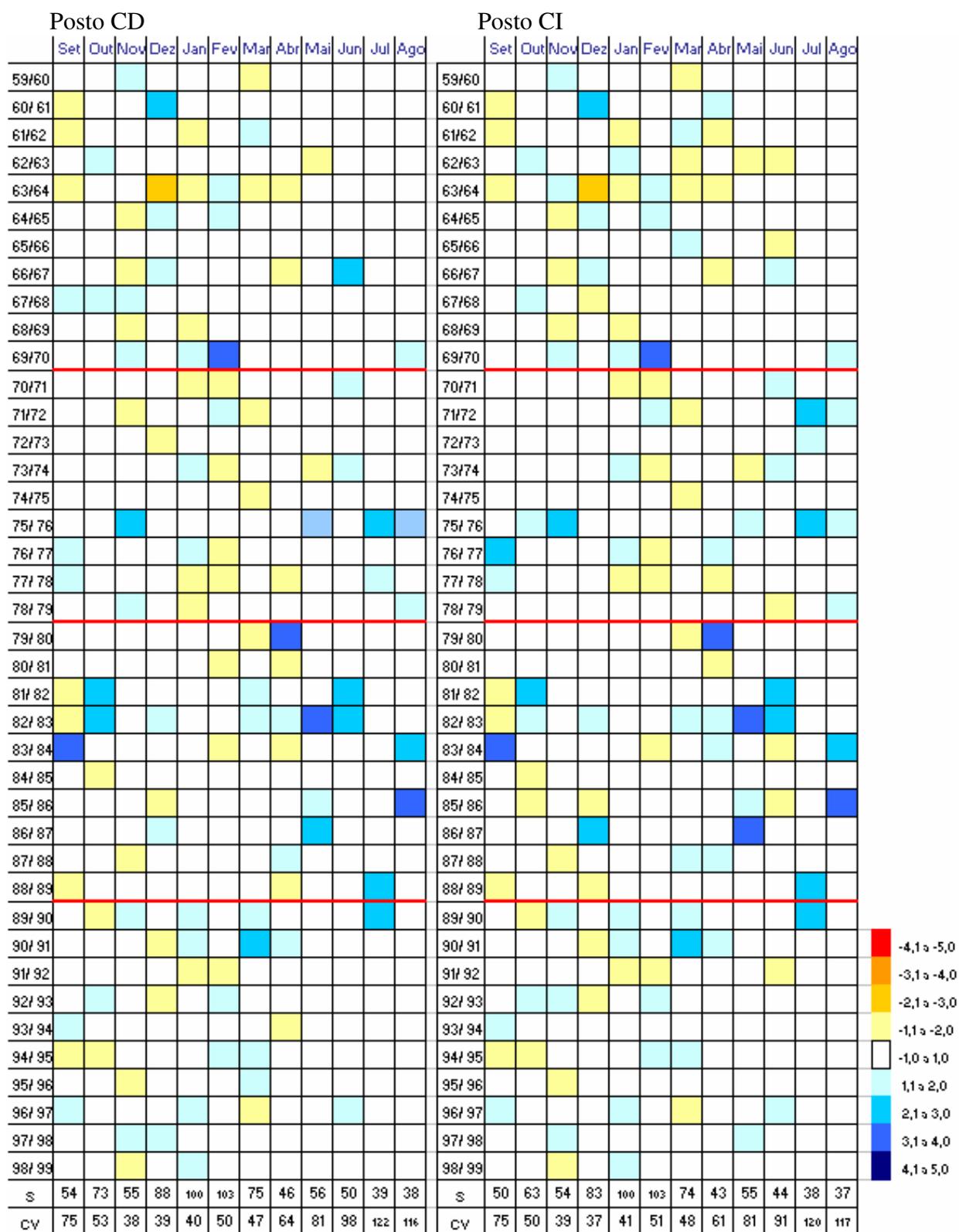


PD



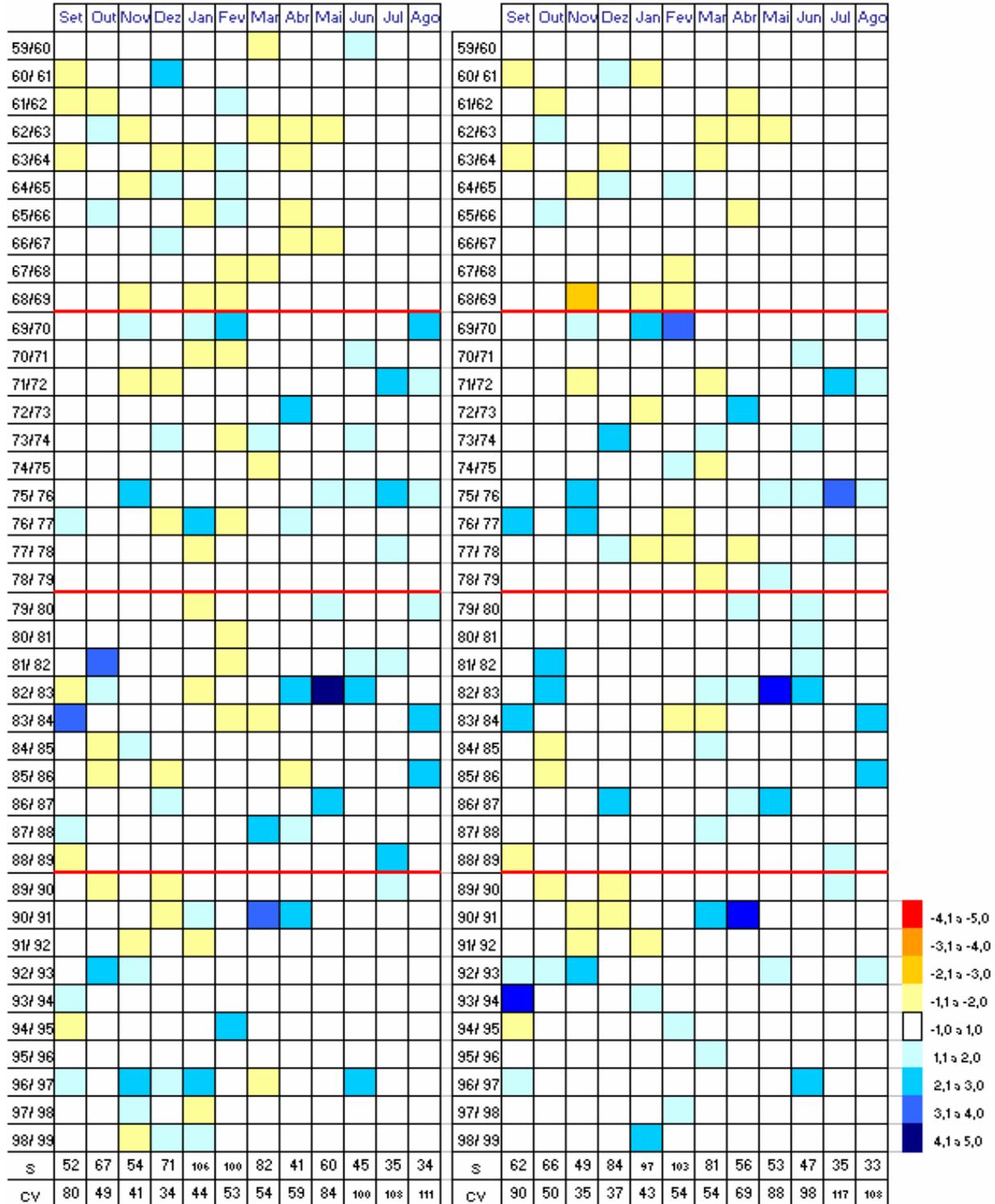
APÊNDICE D – GRÁFICOS DE PADRONIZAÇÃO MENSAL

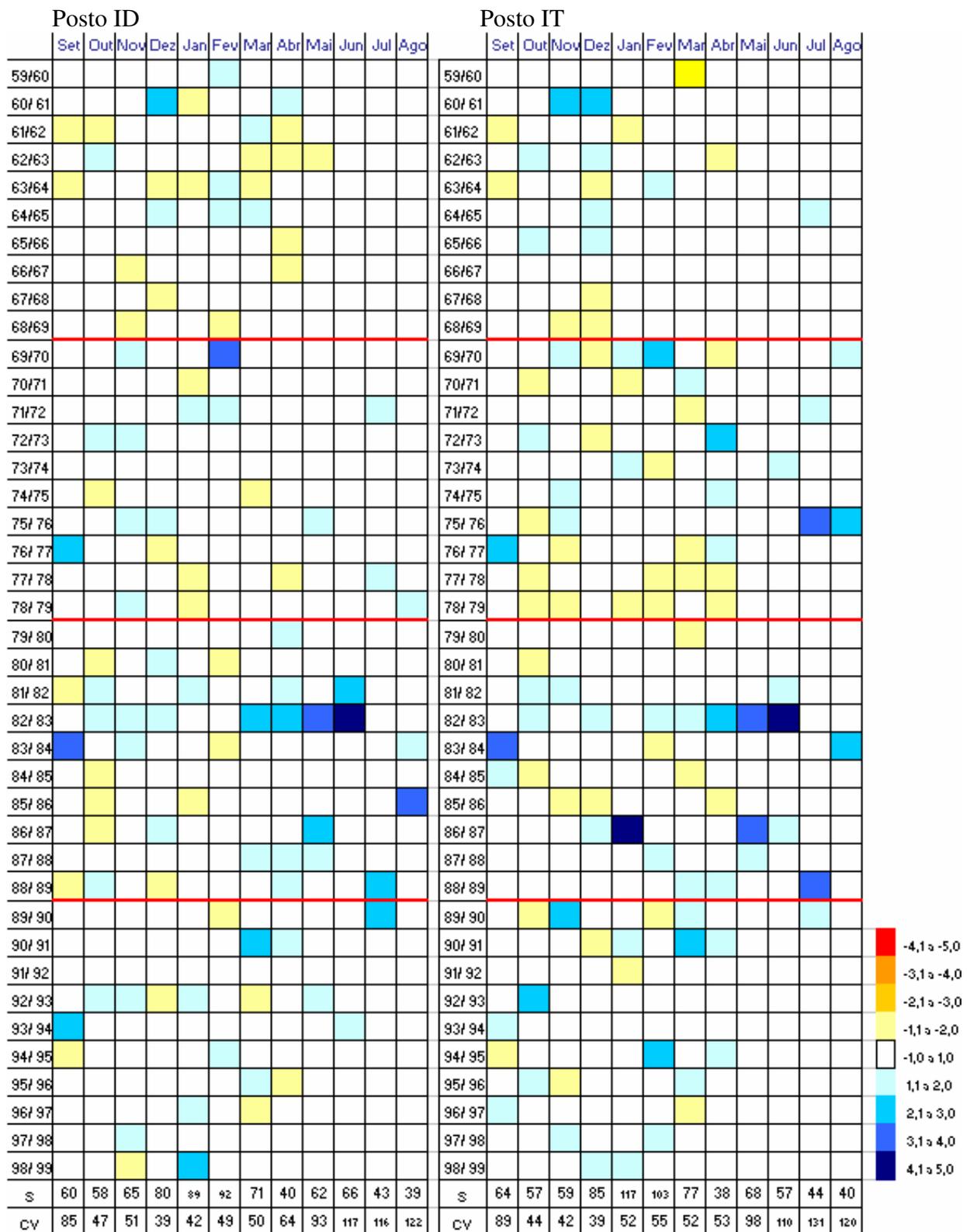




Posto CM

Posto HL





ANEXO A

Reportagem do Jornal Diário do Povo

“A década das catástrofes”

26/10/1997

PEREIRA, Carlos Lemos. Inundações se agravam nos anos 70: a década das catástrofes. Diário do Povo, Campinas, 26 out. 1997.

A DÉCADA DAS CATÁSTROFES

1990 - Exatamente no primeiro dia do ano, Campinas foi devastada pela "chuva do século", como classificaram especialistas. Os estragos foram tantos, que a Prefeitura decretou estado de calamidade pública. Segundo a Seção de Climatologia do Instituto Agrônomo, os 138 milímetros de precipitação acumulados em 24 horas - entre as 7h de 1º de janeiro e as 7h do dia seguinte - equivaleram, em termos de impacto, ao despejo de 138 litros de água por metro quadrado da cidade (até então, o ano recordista era 1982, com 116 milímetros). O número de pessoas desabrigadas chegou a 1,1 mil e as inundações deixaram 33 bairros ilhados por quase uma semana.

1991 - As chuvas mais violentas ocorreram em fevereiro e maio. No primeiro mês, uma menina de um ano foi arrastada pela enxurrada, escapando por pouco da morte. No outro, um menino de um mês se feriu no desabamento de uma casa e também quase se afogou na inundação. Ambos os casos ocorreram na Vila Nova. Em fevereiro, a agência central do Unibanco sofreu um incêndio, depois que as águas comprometeram as instalações elétricas.

1992 - A tempestade de 28 de outubro ficou famosa por ter levado dezenas de cidadãos do Parque São Quirino a passeios involuntários pelos esgotos de Campinas. Os bombeiros passaram o dia inteiro resgatando pessoas que as enxurradas jogaram dentro dos tubulões. Em maio, os temporais também foram fortes e derrubaram 54 casas populares em construção no DIC 5. As enchentes nas avenidas José de Souza Campos (Norte-Sul), Ruy Rodriguez e John Boyd Dunlop se agravaram por causa do entupimento dos bueiros por lixo e entulhos.

1993 - Em fevereiro, novo estado de calamidade pública. Com duração de pouco mais de uma hora - entre as 17h e 18h15 do dia 15 - a tempestade desabrigou 670 pessoas, inundou 230 casas e desabou parte da arquibancada do estádio da Ponte Preta. O saldo mais trágico, porém, foi a morte do músico Geraldo Dias, 38 anos, baixista da banda do cantor sertanejo Mato Grosso. Ele foi tragado, com carro e tudo, pelas águas do Piçarrão. No dia seguinte, o então prefeito Magalhães Teixeira foi à Brasília, para iniciar as negociações para o Procen.

1994 - As chuvas de dezembro to-

talizaram 1.120 milímetros, maior índice pluviométrico acumulado em um mês, desde 1986. Outro recorde que custou a Campinas um rastro de destruição e transtornos, como afundamento de avenidas, acidentes de trânsito e bairros isolados pelas inundações. Na noite de 22 de dezembro, um temporal causou um blecaute, deixando 10,5 mil moradores sem energia elétrica por até 12 horas.

1995 - Uma estiagem de 60 dias foi interrompida em 18 de setembro por um "bombardeio meteorológico". A expressão foi usada pela Defesa Civil, por causa das características do temporal: duração de apenas 35 minutos, mas com componentes de extrema violência, como ventos de até 100 km/h. Houve inundações em quatro pontos da cidade e metade da população ficou sem energia elétrica até o dia seguinte.

1996 - A pior desgraça aconteceu logo na primeira semana do ano. Em 7 de janeiro, três pessoas de uma mesma família, morreram soterradas no Jardim Flamboyant. Dois dias depois, o Juizado da Infância e da Juventude teve que evacuar crianças no Jardim Novo Campos Eliseos e no Núcleo São

Judas Tadeu. Os pais se recusavam a abandonar os barracos, apesar das ameaças de desabamentos e deslizamentos de terra. O ano se encerrou também com desastre: em 17 de dezembro, a favela do Jardim São Marcos foi quase toda inundada.

1997 - Como no ano anterior, a tragédia teve pressa em ocorrer. Em 15 de janeiro, um temporal levou mais três vidas de crianças, também de uma mesma família, afogadas num córrego do Jardim do Lago 2. Em 20 de setembro, uma violenta enxurrada, canalizada por um duto de esgoto, jogou três amigos num córrego da Vila Padre Anchieta. O técnico em informática Gilson Miranda, 29 anos morreu afogado. Carlos Augusto Carmo e Luís Escorpatto ficaram feridos. No dia 1º deste mês, uma tempestade causou a morte de Cristiano Galvão, 21 anos, por acidente de carro na rodovia Dom Pedro I. O susto mais recente não teve Campinas como foco, mas deu uma mostra do destempero que o fenômeno El Niño promete para a região: no último dia 16, Vinhedo foi varrida por um minitornado, que destelhou casas, derrubou árvores e deixou condomínios sem energia elétrica.

This document was created with Win2PDF available at <http://www.daneprairie.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.