



Número: 62/2007

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA
ÁREA: ANÁLISE AMBIENTAL E DINÂMICA
TERRITORIAL**

DANIEL HENRIQUE CANDIDO

**Inundações no município de Santa Bárbara d'Oeste, SP:
condicionantes e impactos**

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
Agosto – 2007

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA CENTRAL DA UNICAMP**

Bibliotecária: Helena Joana Flipsen – CRB-8ª / 5283

Candido, Daniel Henrique.

C161i Inundações no município de Santa Bárbara d'Oeste, SP :

condicionantes e impactos / Daniel Henrique Candido. –

Campinas, SP : [s.n.], 2007.

Orientador: Lucí Hidalgo Nunes.

**Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de
Campinas, Instituto de Geociências.**

1. Climatologia. 2. Inundações - Santa Bárbara d'Oeste.
(SP). 3. Chuvas. I. Nunes, Lucí Hidalgo. II. Universidade
Estadual de Campinas. Instituto de Geociências. IV. Título.

Título e subtítulo em inglês: Floods in Santa Bárbara d'Oeste, SP municipality :
Causes and impacts.

Palavras-chave em inglês (Keywords): Climatology, floods - Santa Bárbara
d'Oeste, Rain.

Área de Concentração: Análise Ambiental e Dinâmica Territorial.

Titulação: Mestre em Geografia.

Banca examinadora: Archimedes Peres Filho, Emerson Galvani.

Data da Defesa: 06-08-2007.

Programa de Pós-Graduação em Geografia.



UNICAMP

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA
ÁREA ANÁLISE AMBIENTAL E DINÂMICA TERRITORIAL

AUTOR: DANIEL HENRIQUE CANDIDO

Inundações no Município de Santa Bárbara d'Oeste, SP:
condicionantes e impactos

ORIENTADORA: Profa. Dra. Luci Hidalgo Nunes

Aprovada em: 06/08/2007

EXAMINADORES:

Profa. Dra. Luci Hidalgo Nunes

Luci Hidalgo Nunes - **Presidente**

Prof. Dr. Archimedes Perez Filho

Archimedes Perez Filho

Prof. Dr. Emerson Galvani

Campinas, 06 de agosto de 2007



UNICAMP

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
Pós-Graduação em Geografia

Inundações e aspectos sócio-ambientais: uma análise climatológica do município de Santa Bárbara d'Oeste – SP

Dissertação de Mestrado

Daniel Henrique Candido

RESUMO

As estratégias preventivas envolvendo preparação, alerta e recuperação aos *hazards* meteorológicos, como o caso das inundações, são essenciais para o atendimento correto a população em risco. No entanto, para serem realmente efetivos, esses planos devem ser elaborados com base no conhecimento dos atributos físicos e socioeconômicos da área em questão e serem também avaliados por meio de uma perspectiva histórica.

Nesse sentido, este estudo foi elaborado com base em dados obtidos através de pesquisas em jornais pretéritos, dados meteorológicos e geomorfológicos. O trabalho, foi realizado mediante uso de técnicas de geoprocessamento e análises teóricas dos aspectos existentes no município de Santa Bárbara d'Oeste, localizado no interior do estado de São Paulo, podendo assim contribuir com a concepção de planos preventivos para a cidade. Como um número cada vez maior de pessoas habitam essas áreas, os impactos das inundações acabam se intensificando de modo considerável.

O registro de eventos de inundação nessa área está intrinsecamente ligado aos seus aspectos físicos, como características da precipitação (concentração no período de verão, com intensos e constantes eventos convectivos), geomorfologia e padrões de ocupação do território, com expansão da mancha urbana em direção às planícies de inundação. Como consequência, a municipalidade tem testemunhado aumento na frequência e intensidade das inundações, sobretudo nas áreas habitadas pelas populações economicamente menos favorecidas, localizadas nas áreas mais baixas da bacia do Ribeirão dos Toledos – canal que cruza o município no sentido Norte-Sul, passando por sua área central.

A análise, de caráter geográfico, avaliou aspectos físicos e socioeconômicos das inundações ocorridas em um período de 50 anos, compreendido entre 1953 a 2002. Um levantamento das precipitações registradas em Santa Bárbara d'Oeste mostra maior concentração dos eventos extremos de precipitação nos anos recentes. Como exemplo pode-se citar os episódios ocorridos entre 01 e 02 de janeiro de 1990, totalizando 120 mm de precipitação; 27 de janeiro de 1994, com 120 mm; 08 de janeiro de 1997, com 131 mm; 15 de fevereiro de 1998, com 131 mm e 110 mm em 28 de março de 2000.

Mapas foram elaborados com uso de softwares de SIG, exibindo a variação espaço-temporal das ocorrências, denotando que algumas obras executadas com intuito de reduzir os efeitos das inundações foram mais efetivas, enquanto outras não surtiram o efeito esperado. Dentre as ações mais bem sucedidas destaca-se a construção de lagos e represas e a realização de dragagem do canal.



UNICAMP

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
Pós-Graduação em Geografia

Floods in Santa Bárbara d'Oeste, SP municipality : Causes and impacts.

ABSTRACT

Preventive strategies involving preparedness, warning, and recovery to meteorological hazardous events such as floods, are essential to correctly assist the population at risk. However, effective plans must be based upon the knowledge of the area, considering both the physical and the socioeconomic attributes, evaluated in a historical perspective.

This study aims to contribute to the design of preventive plans to flood hazards in the city of Santa Barbara d'Oeste, located in Sao Paulo State, Southeastern Brazil. Because more people are living on floodplains, the impacts related to floods are increasing considerably.

The register of flood events in the area is intrinsically connected to its physical attributes such as the characteristics of precipitation (concentrated during summer, with regular and strong convective events), the landscape's geomorphology, and the settlement patterns in the territory. The latter have recently been characterized by a fast spread of the city onto the floodplains. As a consequence, the municipality has been witnessing an increasing frequency of intense floodings of poor residential areas in the Toledos River Basin, a small river that crosses Santa Barbara's downtown.

The geographic analyses evaluated both the physical and the socioeconomic aspects of floods in the area. A survey of floods registered in Santa Barbara d'Oeste shows an increase of events in recent years. As examples of the concentration of rainfall episodes, one can quote: 120mm on 01 and 02 January, 1990; 120 mm on January 27, 1994; 131 mm on January 8, 1997; 131 mm on February 15, 1998 and 110 mm on march 28, 2000.

Some maps generated using GIS softwares showed some variation on spatial distribution of floods events on area. The patterns changed over the time evidencing that some works developed aiming the reduction of floods was more successful than others, overall the deepening of the rivers and the implementation of some lakes and dams.

Dedicado ao meu pai, José
Candido (*in memoriam*) e à minha
mãe, Marisa.

Agradecimentos

Gostaria de registrar meus agradecimentos às pessoas, órgãos e entidades que, de certo modo, tornaram possível a realização desse trabalho:

- a **Deus** por ter colocado a Geografia em meu caminho;
- ao meu pai **José Candido** (*in memoriam*) e à minha mãe **Marisa Carneiro Candido**, por todo amor e apoio dado ao longo dos meus 28 anos de existência;
- à professora **Lucí** pela amizade, paciência e atenção ao me orientar;
- ao meu irmão e futuro geógrafo **Rafael Felipe Candido** (“**Pipe**”) e a sua namorada **Ana Cláudia**;
- à toda **minha família**, destacando meu avô **José Geraldo Carneiro**(*in memoriam*) que foi um dos principais responsáveis pelo despertar de minha curiosidade científica ao, na minha infância, me entregar semanalmente os cadernos da seção Ciência da Folha de São Paulo. Também não posso deixar de agradecer a minha avó **Arminda Sachetto** (“**Iéia**”) pelo carinho; e a minha tia **Mônica** e prima **Débora** pela ajuda com as impressões.
- aos amigos geógrafos **Alcides, Alexandre, Cristiano, Giulliano, Silvana, Vanessa e Victor**, com os quais estudei na graduação.
- aos amigos do **LECLIG: Araki, Andréa, Nícia, Marina, Flávio, Rafael, Stéfan e Bruna**;
- à minha amiga gaúcha **Karina**, que apesar da distância, sempre me faz companhia pelo MSN.
- à **Isabela** e ao **Emerson Marcelino**;
- aos **alunos e professores do curso de geografia da PUC Campinas**, com destaque aos estagiários do Laboratório de Geoprocessamento, **Ednelson, Guilherme, Cristiani e Camila Fabiana**;
- ao **Lucas Melgaço** pelas correções e dicas de cartografia;
- a todos os amigos da cidade de Santa Bárbara, em especial à **Virginia, Carol e Lidiane**;
- ao Exmo. **Sr. José Maria de Araújo Jr.**, Prefeito Municipal de S.B.O. pelas informações fornecidas;

- aos professores **Conti** e **Archimedes** pelas valiosas dicas fornecidas na apresentação da qualificação desse trabalho e aos demais **professores do Instituto de Geociências da Unicamp**;
- aos **funcionários do Instituto de Geociências da Unicamp**, especialmente à **Val, Creuza** e **Ednalva**, por estarem sempre dispostas a ajudar os alunos a enfrentar as burocracias da Universidade;
- aos atenciosos **funcionários da Biblioteca Municipal de Santa Bárbara d'Oeste**, que tanto trabalho tiveram com as cópias dos pesados arquivos de jornais;
- ao **Centro de Memória** de Santa Bárbara d' Oeste;
- ao meu amigo felino, **Sinatra** (não poderia deixar de citá-lo).

Muito obrigado a todos!

“O céu já foi azul, mas agora é cinza
O que era verde aqui já não existe mais
Quem me dera acreditar
Que não acontece nada...”

Trecho da música **Fábrica**
(**Legião Urbana**)

Sumário

1 - Introdução	1
2 - Hipótese	5
3 - Objetivos da pesquisa	6
3.1 - Objetivo Geral.....	6
3.2 - Objetivos específicos	6
4 - Materiais e métodos	8
4.1 - Escala de análise	10
5 - Inundações: o escopo de análise desta pesquisa	15
5.1 - Tipos de inundações.....	17
5.2 - Sistemas de Drenagem urbana	21
5.3 - Retificação de canais.....	26
6 - <i>Hazards</i>	28
6.1 - Inundações: um <i>hazard</i> ambiental	35
6.2 - Problemas associados ao fenômeno.....	38
7 - Santa Bárbara d'Oeste, SP – a área da pesquisa	41
7.1 - Breve Histórico	43
7.2 - Demografia e expansão urbana.....	45
8 - Aspectos climáticos do município	51
8.1 - Temperaturas médias e pluviosidade	57
8.2 - Variações mensais da precipitação e temperatura	67
9 - Características geomorfológicas da área.....	83
9.1 Situação ambiental	107

10 - As inundações em Santa Bárbara d'Oeste	122
10.1 - Abordagem do problema das inundações pela imprensa local	125
10.1.1 - Décadas de 1950 e 1960	127
10.1.2 - Década de 1970	130
10.1.3 - Década de 1980	134
10.1.4 - Década de 1990	142
10.1.5 - Anos 2000, 2001 e 2002	151
10.2 - Análise de alguns episódios selecionados	152
10.2.1 - Fevereiro de 1970	152
10.2.2 - Janeiro de 1982	155
10.2.3 - Junho de 1982	157
10.2.4 - Novembro de 1982	159
10.2.5 - Maio de 1983	163
10.2.6 - Março de 1985	167
10.2.7 - Março de 1988	171
10.2.8 - Janeiro de 1990	173
10.2.9 - Dezembro de 1994	177
10.2.10 - Fevereiro de 1995	183
10.2.11 Janeiro de 1996	187
10.2.12 - Janeiro de 1997	191
10.2.13 - Fevereiro 1998	195
10.2.14 - Fevereiro de 1999	199
10.2.15 - Março de 2000	205
11 - Resultados	209
12 - Considerações finais	220
Referências	224

Lista de Figuras

Figura 01 - Canal fluvial em situação considerada habitual	15
Figura 02 - Canal fluvial em situação de enchente	17
Figura 03 - Canal fluvial em situação de inundação	17
Figura 04 - Classificação dos hazards	31
Figura 05: Localização do município de Santa Bárbara d'Oeste.	41
Figura 06: Incremento da população de Santa Bárbara d'Oeste desde o ano de 1900	46
Figura 07 – Expansão da mancha urbana de Santa Bárbara d'Oeste - Período de 1900 – 2007 ...	48
Figura 08-A - Média das temperaturas mínimas, média geral e temperaturas máximas.	55
Figura 08-B - Temperatura média e radiação global.....	55
Figura 09 - Temperatura média anual no período compreendido entre 1975 – 2006.	57
Figura 10 - Climograma de Santa Bárbara d'Oeste.	58
Figura 11 - Ranking mensal da temperatura e pluviometria.	59
Figura 12 - Média dos números de dias chuvosos e precipitação mensal.	61
Figura 13 - Precipitação e temperatura média anual para o período 1953 - 2002.....	61
Figura 14 – Distribuição anual dos eventos extremos de precipitação e média móvel de 10 anos.	62
Figura 15 – Número de dias com chuva por ano.....	63
Figura 16 - Precipitação e temperatura média de janeiro.....	67
Figura 17- Precipitação e temperatura média de fevereiro.	69
Figura 18 - Precipitação e temperatura média de março.....	70
Figura 19 - Precipitação e temperatura média de abril.....	72
Figura 20 - Precipitação e temperatura média de maio.....	73
Figura 21 - Precipitação e temperatura média de junho.....	74
Figura 22 - Precipitação e temperatura média de julho.....	76
Figura 23 - Precipitação e temperatura média de agosto.	77
Figura 24 - Precipitação e temperatura média de setembro.	79
Figura 25 - Precipitação e temperatura média de outubro.	80
Figura 26 - Precipitação e temperatura média de novembro.....	81
Figura 27 - Precipitação e temperatura média de dezembro	82
Figura 28 – Divisão das bacias hidrográficas que abrangem o município.....	85
Figura 29 – Hierarquia fluvial da área, segundo o método de Strahler.....	87
Figura 30 – Visão tridimensional da área de estudo em duas perspectivas diferentes.....	93
Figura 31 – Mapa hipsométrico do município	94
Figura 32 – Perfis topográficos de três diferentes segmentos do município.	95
Figura 33 – Mapa de declividades do município.	99
Figura 34 – Padrões de drenagem predominantes.....	103
Figura 35 – Uso da terra nas bacias estudadas	105
Figura 36 – Imagens de satélite datadas do último trimestre do ano de 2004.....	109
Figura 37 – Avanço das plantações de cana-de-açúcar sobre as APPs.....	111
Figura 38 – Solo totalmente desestruturado pelo uso de maquinário pesadoda.....	111
Figura 39 – Processo de formação de nuvens por influência de queimadas	117
Figura 40 – Queimada em plantação de cana-de-açúcar, às margens de um corpo d'água.	117

Figura 41 – Inundação ocorrida em 24/03/2005 atingiu diversas ruas construídas na várzea do Ribeirão dos Toledos, nas cercanias da zona central do município.	123
Figura 42 – Águas do Ribeirão dos Toledos invadem instalação comercial na Avenida Corifeu de Azevedo durante a inundação de 24/03/2005.	123
Figura 43 – Distribuição espacial do evento de inundação ocorrido no mês de fevereiro de 1970.	153
Figura 44 – Distribuição espacial do evento de inundação ocorrido no mês de janeiro de 1982.	157
Figura 45 – Distribuição espacial do evento de inundação ocorrido no mês de junho de 1982.	151
Figura 46 – Distribuição espacial do evento de inundação ocorrido no mês de novembro de 1982 – as cores do plano de fundo correspondem às declividades, conforme indicadas na legenda. ..	153
Figura 47 – Distribuição espacial do evento de inundação ocorrido no mês de maio de 1983 – as cores do plano de fundo correspondem às declividades, conforme indicadas na legenda.....	157
Figura 48 – Diques rompidos pela ação das águas em maio de 1983 – Fonte Jornal d’Oeste – 30 de junho de 1984 (reprodução).....	167
Figura 49 – Distribuição espacial do evento de inundação ocorrido no mês de março de 1985 .	169
Figura 50 – Distribuição espacial do evento de inundação ocorrido no mês de março de 1988.	173
Figura 51 – Distribuição espacial do evento de inundação ocorrido no mês de janeiro de 1990	177
Figura 52 – Distribuição espacial do evento de inundação ocorrido no mês de dezembro de 1994	181
Figura 53 – Distribuição espacial do evento de inundação ocorrido no mês de fevereiro de 1995	185
Figura 54 – Distribuição espacial do evento de inundação ocorrido no mês de janeiro de 1996.	178
Figura 55 – Distribuição espacial do evento de inundação ocorrido no mês de maio de 1983 com destaque ao local onde foram executadas obras de alargamento do canal.....	189
Figura 56 – Distribuição espacial do evento de inundação ocorrido no mês de fevereiro de 1998. El	197
Figura 57 – Distribuição espacial do evento de inundação ocorrido no mês de fevereiro de 1999 em escala mais detalhada	201
Figura 58 – Distribuição espacial do evento de inundação ocorrido no mês de fevereiro de 1999 em escala mais abrangente.	203
Figura 59 – Distribuição espacial do evento de inundação ocorrido no mês de março de 2000, com imagem do satélite Ikonos no plano de fundo.	207
Figura 60 – Distribuição anual dos eventos que superaram a marca dos 100 milímetros em 24 horas.	210
Figura 61 – Precipitação e coeficiente de variação	211
Figura 62 – Gráfico comparativo entre a precipitação média e a quantidade de notícias sobre o assunto veiculadas na imprensa.	211
Figura 63 – Total de notícias retratando a ocorrência de tempestades.....	212
Figura 64 – Quantificação e distribuição mensal dos eventos extremos de precipitação, em porcentagem.	213
Figura 65 - Classificação topológica quanto o risco de ocorrência de inundações.....	217

Lista de Tabelas

Tabela 01 - Categorias taxonômicas da organização geográfica do clima e suas articulações com o clima urbano.....	13
Tabela 02: Exemplos de hazards segundo o Canadian Centre for Occupational Health and Safety	29
Tabela 03 - Diferentes hazards e danos que podem potencialmente ser deflagrados por sua presença.....	30
Tabela 04 - Evolução da população no município	45
Tabela 05 - Taxa anual de crescimento.....	46
Tabela 06 - Registros históricos de temperatura e precipitação.....	58
Tabela 07 - Dados sazonais obtidos em três postos pluviométricos do município a ser estudado	63
Tabela 08 - Meses onde foi registrado ao menos um evento extremo de precipitação.....	65
Tabela 09 - Registros históricos de temperatura e precipitação referentes ao mês de janeiro.	67
Tabela 10 - Registros históricos de temperatura e precipitação referentes ao mês de fevereiro. ..	69
Tabela 11 - Registros históricos de temperatura e precipitação referentes ao mês de março.	70
Tabela 12 - Registros históricos de temperatura e precipitação referentes ao mês de abril.	72
Tabela 13- Registros históricos de temperatura e precipitação referentes ao mês de maio.	73
Tabela 14 - Registros históricos de temperatura e precipitação referentes ao mês de junho.	74
Tabela 15 - Registros históricos de temperatura e precipitação referentes ao mês de julho.	76
Tabela 16 - Registros históricos de temperatura e precipitação referentes ao mês de agosto.	77
Tabela 17 - Registros históricos de temperatura e precipitação referentes ao mês de setembro. .	78
Tabela 18 - Registros históricos de temperatura e precipitação referentes ao mês de outubro.	79
Tabela 19 - Registros históricos de temperatura e precipitação referentes ao mês de novembro.	80
Tabela 20 - Registros históricos de temperatura e precipitação referentes ao mês de dezembro.	82
Tabela 21 – Elementos físicos das bacias do município.	90
Tabela 22 – Largura e extensão retilínea das bacias.	92
Tabela 23 – Maiores episódios de precipitação registrados no município de Santa Bárbara d'Oeste.	209

Lista de Siglas e Abreviatura utilizadas

°C	Graus Celsius
AM	Amplitude Modulada
ANJ	Associação Nacional de Jornais
APP	Área de Preservação Permanente
CCD	<i>Charge-Coupled Device</i>
CCOHS	<i>Canadian Centre for Occupational Health and Safety</i>
CBERS	<i>China-Brazil Earth Resources Satellite</i> ou Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres
CEPAGRI	Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas a Agricultura
CETESB	Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental
Cia.	Companhia
CNUMAD	Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (ECO92)
COMDEC	Comissão de Defesa Civil do Município
CPFL -	Companhia Paulista de Força e Luz
CPTEC	Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos
d.	Declividade
DAE	Departamento de Águas e Esgoto de Santa Bárbara d'Oeste
DAEE	Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo
D.B.O.	Demanda bioquímica de oxigênio
ETE	Estação de Tratamento de Esgoto
ESALQ	Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz

EUA	Estados Unidos da América
FEPASA	Ferrovias Paulista S.A.
FFLCH/USP	Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo
GIS	Geographic Information System
GPS	<i>Global Positioning System</i> ou Sistema de Posicionamento Global
h	Horas
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IC	Índice de Circularidade
IG/UNICAMP	Instituto de Geociências da Universidade Estadual de Campinas
IGC	Instituto Geográfico e Cartográfico
Infoener	Sistema de Informações Energéticas
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IPMET	Instituto de Pesquisas Meteorológicas
IPT	Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo
km	Quilômetros
km/h	Quilômetros por hora
Lat	Latitude
LECLIG	Laboratório de Estudos Climáticos do Instituto de Geociências da UNICAMP
Long	Longitude

m	Metros
min.	Minutos
MDE	Modelo Digital de Elevação
MDT	Modelo Digital de Terreno
mm	milímetros
Meses do ano	
Jan	Janeiro
Fev	Fevereiro
Mar	Março
Abr	Abril
Mai	Maio
Jun	Junho
Jul	Julho
Ago	Agosto
Set	Setembro
Out	Outubro
Nov	Novembro
Dez	Dezembro
NASA	National Aeronautics and Space Administration
NOAA	National Oceanic and Atmospheric Administration's
OMM	Organização Meteorológica Mundial
ONU	Organização das Nações Unidas
p.	Página
Pa	Massa Polar Atlântica
PI	Perda Inicial
RADAR	<i>Radio Detection and Ranging</i>
RMC	Região Metropolitana de Campinas
S.A.	Sociedade Anônima

SAD-69	South American Datum de 1969
SBO	Santa Bárbara d'Oeste
SIG	Sistema de Informações Geográficas ou Sistema de Informações Georreferenciadas
SIGRH	Sistema de Informações para o Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo
SP	Estado de São Paulo
SRTM	<i>The Shuttle Radar Topography Mission</i>
SUS	Sistema Único de Saúde
SUSEP	Superintendência de Seguros Privados
Ta	Massa Tropical Atlântica
Temp.	Temperatura
TM	<i>Thematic Mapper</i> (Sensor presente nos satélites Landsat)
União A. Barbareense	União Agrícola Barbareense Futebol Clube
UNESP	Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”
UNICAMP	Universidade Estadual de Campinas
USP	Universidade de São Paulo
UTM	<i>Universal Transverse Mercator</i>
ZCAS	Zona de Convergência do Atlântico Sul

1 - Introdução

Os homens sempre foram naturalmente atraídos a habitar as proximidades das zonas inundáveis, uma vez que estes locais possuem diversas características favoráveis, tais como suplemento de água abundante, terras férteis e relevos planos (BEYER, 1974; READING *et al.*, 1995). Portanto, não é raro encontrarmos registros históricos de tentativas de se solucionar o conflito entre a ocupação de áreas de risco e as inevitáveis inundações. As antigas civilizações já tentavam obter adaptações a tais eventos, como o caso dos egípcios, que conviviam com as cheias anuais do Nilo, conseguindo tirar proveito desse acontecimento, uma vez que as águas carregavam grandes quantidades de nutrientes que aumentavam em muito a fertilidade dos solos (GORE, 1993; SIMMONS, 1996; FAGAN, 2000).

Todavia, o processo de aumento da urbanização, de caráter global, tem levado a maiores ocupações das zonas inundáveis, implicando em aumento das porções de solos impermeabilizadas. Esses aspectos acabam atuando como vetores para ocorrências constantes e generalizadas de inundações, podendo provocar irreparáveis perdas humanas, além de grandes prejuízos materiais. É possível afirmar que as inundações colocam-se como um dos mais graves problemas ambientais contemporâneos, afetando anualmente milhares de pessoas no mundo todo, comprometendo a economia das áreas atingidas, notadamente as mais pobres (BEYER, 1974; BRYANT, 1991; SMITH, 1992; VAN MOLLE, 1993; JOHNSON e LEWIS, 1995; READING *et al.*, 1995; SMITH, 1997; LOBSTER, 1999; ROCHA, 2004).

Fazendo uma análise das principais catástrofes naturais ocorridas no mundo durante o período de 1988/1998, Lobster (1999) coloca que as inundações correspondem a $\frac{1}{3}$ de todos os eventos registrados. Além disso, os cenários projetados enfatizam que a conjunção entre atmosfera mais instável e aquecida, a ocupação generalizada e a degradação de áreas naturalmente passíveis de inundações levaram a um aumento desses eventos, com conseqüências dramáticas em escala global. Contudo, os efeitos cristalizam-se no nível local, justificando estudos específicos para os municípios afetados.

De acordo com Beyer (1974), os danos provocados pelas inundações podem ser classificados em duas categorias:

- *danos diretos*, que consistem nas avarias provocadas pelo principal agente causador durante a ocorrência desse fenômeno, ou seja, a própria água. Ao transpor o canal por onde normalmente corre, a água inunda terras, construções, habitações, produções agrícolas, bens e equipamentos que não foram construídos e/ou projetados para resistir a sua ação. Além disso, existem agentes secundários que também provocam danos de grande monta. A corrente do fluxo da água pode se tornar intensa o suficiente para danificar estruturas devido à força exercida ao se chocar com os elementos que encontrar pelo seu caminho. Os detritos carregados pela água podem causar destruição de bens materiais ou ferimentos em pessoas e animais. A lama e areia podem provocar problemas após o término do evento, cobrindo todo o solo inundado acarretando em infortúnios à população que habita ou, de algum modo, faz uso dessa área.

- *danos indiretos*, que representam os prejuízos associados à saúde e ao bem estar da população. As inundações podem ser potencialmente perigosas principalmente em canais poluídos, gerando risco de contaminação para as pessoas, animais, agriculturas e solos que entrarem em contato com essa água. Destaca-se que as conseqüências associadas podem perdurar por um período bastante longo.

Com a expansão das cidades, o problema das inundações torna-se mais evidente, visto que nas áreas urbanas grandes porções de espaço estão impermeabilizados devido, sobretudo, à presença de concreto e asfalto, construções de grandes proporções, compactação do solo e ocupações de várzeas, combinados a outros fatores, como construção inadequada de canais de drenagem, retificação dos rios e córregos e pouca presença ou até ausência de vegetação. Esses aspectos intensificam os impactos das inundações, sendo que montantes baixos de precipitação, em princípio com pouco potencial para provocar inundações, podem ocasionar grandes problemas, pois a única opção de drenagem para toda a água precipitada se dá pelo escoamento superficial. (BRANCO, 1985; TUCCI, 2000; BRAGA e CARVALHO, 2003).

O relatório apresentado pela comissão interministerial para a preparação da Conferência das Nações Unidas Sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (BRASIL, 1991) concluiu que “outro aspecto da crise ambiental é o aumento da frequência e intensidade das catástrofes naturais, em virtude da intensificação dos processos erosivos devido à destruição das áreas verdes, inadequada ocupação das áreas urbanas e rurais e

deficiência nas áreas de drenagem das cidades”. Várias outras contribuições demonstram que o aumento dos problemas ambientais está relacionado à rápida intervenção do homem no meio (MEADOWS, 1992; GORE, 1993; TOBIN e MONTZ, 1997). Segundo esses autores, muitos desastres naturais podem ser deflagrados pela atividade humana, pois a atual forma como a sociedade se espalha pelo território faz com que cada vez mais pessoas venham a viver em locais com potencial risco à integridade de quem os habita.

O capítulo dedicado ao desenvolvimento sustentável dos assentamentos humanos da *Agenda 21* faz referências às características sistêmicas dos impactos ambientais:

Os desastres causam perdas de vidas, perturbação das atividades econômicas e da população urbana, especialmente para os grupos de baixa renda, altamente suscetíveis, e dano ambiental, como perda de terra fértil de cultivo e contaminação dos recursos hídricos (NAÇÕES UNIDAS, 1996).

Mattedi (1999) assinala que as particularidades do local de ocorrência devem ser consideradas como instância fundamental na análise dos impactos provocados pelos desastres naturais. O autor coloca que:

[...] seria um equívoco analítico supor que a formação de situações de emergência manifeste-se da mesma forma em todas as regiões, e atinja todos setores sociais da mesma forma. Afinal não deixa de ser curioso o fato de que mais de 95% das vítimas, e 75% das perdas econômicas provocadas pelas situações de emergência concentrem-se em países menos desenvolvidos. [...] A explicação para a maior vulnerabilidade dos países menos desenvolvidos está relacionada ao desenvolvimento e à distribuição desigual da seguridade. Não deixa de ser estranho que a sensível redução do número de vítimas de catástrofes naturais desde o final da Segunda Guerra no conjunto dos países mais desenvolvidos tenha sido acompanhada pela concentração de impactos nos países menos desenvolvidos. [...] A razão para este processo encontra-se nas diferenças extraordinárias entre os níveis de segurança desses dois conjuntos de países (p.19).

Levando tal especificidade em consideração, o autor afirma que para entendimento de como incide o mecanismo de agravamento dos problemas sócio-ambientais de um determinado lugar, devemos considerar quatro fatores relacionados ao processo de desenvolvimento socioeconômico:

- 1) **Padrão de manejo dos recursos naturais** - cujos efeitos manifestam-se de forma mais intensa nas regiões menos desenvolvidas, onde prevalece uma associação perversa entre a incorporação de novas tecnologias e a expectativa de crescimento econômico, que induzem a profundas transformações nas relações sociedade-natureza.
- 2) **Distribuição espacial da população** - exerce um papel preponderante no agravamento do problema. A desigual distribuição de renda força os setores sociais mais carentes a ocuparem as áreas mais expostas aos impactos das situações de emergência.
- 3) **Práticas de uso e ocupação da terra** - em muitos casos desencadearam drásticas transformações dos ecossistemas naturais, provocando aumento da erosão, assoreamento dos rios, perda de fertilidade e compactação do solo.
- 4) **Confiança demasiada nas estruturas construídas pelo homem** – esse aspecto compreende a confiança, quase irrestrita, na aplicação de medidas de confrontação baseadas nas obras hidráulicas, principalmente de retenção e melhoramento fluvial executadas, especialmente por meio da execução de projetos de retificação e limpeza dos canais. Em muitos casos a inconsistência dos procedimentos adotados nessas estruturas acaba ampliando os impactos, pois tais obras transmitem uma falsa sensação de segurança.

No caso do município de Santa Bárbara d'Oeste, podemos identificar claramente a presença de todos esses fatores. Apenas para ilustrar com casos empíricos, podemos citar o manejo inadequado do solo realizado pelo setor agrícola, que cultiva cana-de-açúcar em áreas que deveriam ser exclusivamente preenchidas pela mata ciliar, a distribuição espacial da população mais carente nas proximidades de algumas áreas inundáveis, e, em referência ao quarto aspecto, a construção de dois lagos em área urbana concomitante ao alargamento e dragagem do canal do Ribeirão dos Toledos, obras destinadas a absorver o excedente de água durante eventos pluviométricos mais intensos em tentativa de se eliminar o problema das inundações.

2 - Hipótese

Esse trabalho partiu da hipótese de que Santa Bárbara d'Oeste estaria apresentando maior incidência de eventos extremos de precipitação. Esse aspecto, associado às aliadas a desconsideração das especificidades do meio físico, grandes alterações no uso da terra e incremento da população urbana em taxas bastante intensas, poderiam acarretar em aumento na ocorrência de inundações.

Um possível incremento na frequência, quantidade e abrangência das inundações acarretaria em impactos significativos, pois o município em questão faz parte da dinâmica Região Metropolitana de Campinas, apresentando elevada taxa de urbanização, um importante parque industrial e diversos modais de transporte nas proximidades, como importantes rodovias e ferrovias, estruturas passíveis de serem severamente afetadas durante a ocorrência de inundações.

3 - Objetivos da pesquisa

3.1 - Objetivo Geral

Esta pesquisa tem por metas:

- identificar o padrão habitual e extremo da distribuição das precipitações, cujo conhecimento traz benefícios diretos para as atividades econômicas;
- analisar a ocorrência de inundações em Santa Bárbara d'Oeste, de modo a identificar áreas e períodos do ano em que os eventos de inundação do município são mais comuns, e a partir de que época eles passam a ser registrados com maior frequência e intensidade;
- avaliar que condições atmosféricas são mais favoráveis para a deflagração desses eventos;

3.2 - Objetivos específicos

- observar eventual padrão espaço-temporal dos grandes eventos de precipitação ocorridos no município a partir de levantamento de registros históricos, tanto em termos de locais mais sujeitos a essas ocorrências calamitosas como para reconhecimento dos volumes de precipitação que desencadeiam os problemas ambientais;
- caracterizar a distribuição da precipitação, determinando os montantes anuais, sazonais e mensais habituais e excepcionais para os postos do município e cidades vizinhas, abrangendo setores diversos, com a utilização de dados históricos do período mais longo possível;
- avaliar nos níveis diários e mensal possíveis ocorrências de alterações no padrão da distribuição dos eventos pluviométricos extremos previamente definidos;
- elaborar um modelo digital de elevação abrangendo toda a área de estudo em escala condizente aos propósitos da pesquisa;
- investigar os tipos de alteração provocados pela ação do homem no uso da terra e no regime hidrológico e, eventualmente, pluviométrico desse local

(caso se verifique alguma modificação no padrão espaço-temporal de distribuição dos montantes pluviiais), a partir de documentos cartográficos de diferentes períodos;

- cartografar as áreas de abrangência das maiores inundações registradas desde o início dos registros pluviométricos observando a eventual existência de padrão socioespacial quanto à ocorrência de inundações e categorizando o nível do risco às inundações em baixo, médio ou alto;
- identificar os prejuízos econômicos que têm sido acarretados para a municipalidade com discussão das dimensões humanas em termos de parcela da população afetada;
- analisar a situação ambiental atual das áreas pertencentes às bacias hidrográficas do município.

Considerando-se que “o conhecimento da dinâmica climática de um determinado lugar pode ser considerada estratégica no que concerne a seu planejamento” (CANDIDO, 2003), esse trabalho traz subsídios para análises e pesquisas geográficas onde a vertente climatológica tenha destaque, envolvendo tanto o município em questão como vizinhos, de modo a se ter um panorama mais preciso do comportamento da precipitação, que em meio tropical úmido a subúmido é o mais importante parâmetro alterador da dinâmica local, afetando diretamente atividades fundamentais como agricultura, abastecimento de água e energia, etc.

4 - Materiais e métodos

A elaboração do estudo proposto compreendeu a avaliação de elementos físicos, incluindo os de origem geomorfológica (topografia, relevo, drenagem, declividades) e climatológica (distribuição da precipitação) integrados a elementos sociais (estrutura e concentração da população, relacionadas à ocupação). Para a criação e interpretação dos mapas e modelos apresentados, foram utilizados como referência cartas topográficas abrangendo as bacias hidrográficas existentes no município de Santa Bárbara d'Oeste; imagens orbitais coletadas com sensores do tipo CCD, TM e RADAR (CBERS 2, LANDSAT 3 e SRTM); coordenadas de GPS coletadas em campo; dados de pluviosidade obtidos junto ao Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo (DAEE)¹ e do Departamento Municipal de Água e Esgoto (DAE), além de consultas eventuais ao Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo na escala 1:500.000, editado pelo IPT, observando que essa escala não permite a visualização detalhada de todos os elementos que se pretende capturar nesse trabalho.

A primeira etapa dessa pesquisa consistiu na determinação do padrão de distribuição das precipitações no município em níveis anual, sazonal e diário, de modo a categorizar montantes habituais e excepcionais dos dados observados por um período de 30 anos ou mais, conforme recomendação da Organização Meteorológica Mundial (OMM), para assim ter-se um parâmetro confiável de comparação entre os eventos registrados e o comportamento padrão do lugar.

Após executado esse levantamento da distribuição da precipitação, foram determinados quais os principais eventos e suas datas de ocorrência, a exemplo de estudos similares realizados para outras áreas (BEYER, 1974; BURROUGHS, 1997; PERRELLA, 1999; PIELKE e DOWNTON, 2000; VICENTE, 2005).

Pela análise da distribuição desses episódios é possível determinar de que modo a impermeabilização do solo - ocorrida principalmente após o “boom” industrial e populacional que esse município sofreu nas últimas décadas - influenciou no aumento da incidência de inundações. Pelos totais de vítimas, desabrigados e danos materiais, é

¹ Através do website do Sistema Integrado de Gerenciamento dos Recursos hídricos do Estado de São Paulo (SIGRH) - <http://www.sigrh.sp.gov.br>.

possível saber qual o impacto da expansão urbana sobre as zonas consideradas passíveis de inundação.

Na segunda etapa da pesquisa, a preocupação consistiu na realização de um levantamento histórico sobre as inundações ocorridas no município, por meio de consultas junto ao Departamento de Água e Esgoto, Defesa Civil municipal e estadual, entrevistas habitantes das áreas próximas aos canais de drenagem, pesquisas em fontes digitais disponibilizadas na Internet e nos arquivos dos jornais locais e regionais. A “Biblioteca Municipal Maria A. Nogueira” disponibiliza um amplo acervo desse material jornalístico, consistindo em uma fonte valiosa para efetivação dessa fase do trabalho.

Santos (2002) realizou um levantamento histórico semelhante para o município de Santo André - SP, no qual é possível inventariar a expansão urbana e construções de obras antienchentes, de maneira a identificar a influência exercida por tais elementos na abrangência das inundações ocorridas em área urbana. Esse tipo de levantamento fornece informações temporais que em uma etapa seguinte permitiu que fossem avaliados os dados pluviométricos dos eventos mais significativos, a fim de relacioná-los com as obras efetuadas, visando minimizar os impactos das inundações e por fim, determinar qual a real eficácia de cada uma delas.

Na seqüência foram digitalizadas cartas topográficas e realizados novos trabalhos de campo, objetivando a coleta de cotas e coordenadas com o auxílio de um aparelho de GPS. Esses dados foram combinados por meio de *softwares* de Geoprocessamento (*Envi* e *ArcGis*), para composição de um modelo digital de elevação (MDE) do terreno da área a ser estudada, o que consistiu em uma informação importante para a compreensão dos fatores físicos que indiciam a suscetibilidade face à ocorrência de eventos de precipitação intensos.

No entanto, o MDE elaborado a partir de imagens SRTM da Nasa² apresentou resultados mais precisos, o que motivou a opção pelo uso desses dados. Ressalta-se que trabalhos com temática semelhante, como os desenvolvidos por Nóbrega *et al.* (2007) e por Jesus (2007), também obtiveram sucesso com o uso dessas imagens.

² SRTM corresponde a sigla referente à “Shuttle Radar Topography Mission”, que consistem no agrupamento dos dados obtidos por sensores especiais instalados na Space Shuttle Endeavour em uma missão realizada em fevereiro de 2000. Esses sensores realizaram um registro topográfico de toda a superfície do planeta com resolução espacial de até 30 metros. Porém, o material disponibilizado livremente na internet apresenta resolução de 90 metros.

Para melhor compreensão do modo pelo qual está se dando a ocupação ao longo da bacia, esses dados foram agregados a imagens de satélites da área em questão. Uma ferramenta que se mostrou extremamente útil nessa fase da pesquisa foi o software *Google Earth*, de uso livre. O georreferenciamento de imagens coletadas com uso da função “*print screen*” do teclado de um computador comum possibilitou a visualização detalhada dos aspectos urbanos do local, tendo em vista que esse programa computacional utiliza o satélite Ikonos, que possui uma resolução espacial bastante detalhada (1 metro), o que foi de grande importância para a execução dessa etapa do estudo. Como parte da área rural do município não possui essa cobertura detalhada, optou-se pelo uso das imagens dos satélites CBERS 2 (com resolução espacial de 20 metros), o que limitou a compreensão de algumas feições nessas áreas das bacias envolvidas.

Trabalhos de campo também foram realizados contando com a presença da professora orientadora, visando a coleta de dados potencialmente úteis para a realização dessa etapa da pesquisa.

Destaca-se que todos os mapas produzidos com base nesses dados e apresentados nesse trabalho estão dentro do sistema de coordenadas UTM, no fuso 23K, utilizando-se do *datum* SAD-69.

4.1 - Escala de análise

Considerando que os fenômenos climáticos interferem diretamente em vários aspectos do meio físico, biótico e nas atividades econômicas e sociais, a definição precisa das escalas do Clima é um fato que interessa não apenas às ciências atmosféricas, mas a todas as ciências ambientais que se utilizam desses conhecimentos (NUNES, 1998 p.73).

Um dos aspectos mais importantes de um estudo geográfico está na escolha de uma escala adequada para a interpretação dos dados obtidos. Essa escala deve permitir a visualização correta dos elementos estudados de modo a evitar-se ao máximo que estes sejam mascarados ou contaminados por fatores exógenos.

A escala é uma referência de valor arbitrada segundo critérios que interessam a compreensão de um fenômeno.

Os estudos dos fenômenos relacionados com o comportamento da atmosfera são orientados no sentido da compreensão de sua extensão (espaço) e de sua duração (tempo). A definição da intensidade e frequência e, finalmente, de uma tipologia climática dependerá, basicamente, da adequação da abordagem espaço-temporal com o

conjunto de técnicas analíticas empregadas no processo da pesquisa e comunicação dos seus resultados (RIBEIRO, 1993, p.288).

A escala espacial adotada deve possibilitar uma fácil visualização de todos os elementos considerados na pesquisa. Uma escala demasiadamente detalhada pode induzir o observador ao erro, na medida em que os elementos mapeados aparecerão de modo muito minucioso, dificultando a apreensão dos fenômenos mais globais. Uma escala pouco detalhada pode facilitar a visualização dos fenômenos que se desenvolvem de modo mais generalizado, mas em contrapartida, condiciona um prejuízo da qualidade das informações.

Como exemplo podemos citar as diferentes escalas de análise adotadas para a compreensão dos estudos climatológicos. Quando se estuda um fenômeno de grande escala, como o deslocamento de sistemas frontais, correntes de jato ou centros de alta e baixa pressão, devemos adotar uma solução cartográfica que possibilite a visualização de grandes porções do planeta. Não é incomum observarmos cartas sinóticas que exibem um continente inteiro ao mesmo tempo. As escalas utilizadas nesse caso são capazes de exibir a dinâmica atmosférica de modo a facilitar a visualização do fenômeno ocorrido como um todo, em detrimento do detalhamento das variações ocorridas localmente.

Ao se estudar um fenômeno mais regionalizado, como ventos originados pela atuação de um determinado sistema atmosférico, indução de precipitações pela orografia, influência das brisas marinhas, ocorrência de geadas, entre outros, devemos adotar uma escala mais detalhada que a anterior, mas que ainda nos permita inferir sobre as condições globalmente atuantes.

Nas pesquisas envolvendo fenômenos ainda mais localizados, como ilhas de calor, inundações urbanas, ocorrência de tornados, influência da urbanização sobre o clima local, entre outros, devemos adotar escalas ainda mais detalhadas, pois não será possível abrir mão de elementos que podem passar despercebidos nas demais análises. Como exemplo é possível citar os trabalhos de Lombardo (1985) e Mendonça (2003), que realizaram análise da variação da temperatura em décimos de graus para tentar compreender a dinâmica da formação de ilhas de calor nas áreas urbanas.

Monteiro (2003, p. 29) elaborou um quadro que elucida satisfatoriamente a dúvida de qual a escala mais adequada para se trabalhar com distintos elementos urbanos e climatológicos. No início da década de 1980, Edward Linacre também já havia elaborado

uma Tabela semelhante (LINACRE, 1981 p.12), onde, assim como no quadro apresentado por Monteiro (2003), considerava a existência de uma hierarquia das escalas climáticas em função dos processos a serem estudados. Porém, a Tabela de Monteiro se mostrou mais adequada e contemporânea, na medida em que não mostra apenas os processos predominantes, mas também considera a estratégia de abordagem mais adequada dentro da climatologia geográfica.

Com base nessas propostas, elaborou-se a Tabela 01, que exhibe algumas informações apresentadas pelos pensadores supracitados, contendo as devidas adaptações para melhor adequação ao propósito desse trabalho.

Tabela 01 - Categorias taxonômicas da organização geográfica do clima e suas articulações com o clima urbano (adaptado de MONTEIRO, 2003 e LINACRE, 1981).

Escala cartográfica de tratamento	Unidades de superfície	Espaços Climáticos	Espaços Urbanos	Estratégias de abordagem na climatologia		
				Fontes de dados meteorológicos e climatológicos	Elementos facilmente identificáveis na escala	Técnicas de análise
Maior que 1:10.000.000	Milhões de km ²	Planetário/ Zonal	-	Imagens de satélites	Varição latitudinal / Centros de ação	Caracterização geral
1:10.000.000 a 1:2.000.000	Milhões ou milhares de km ²	Regional	-	Cartas sinóticas	Sistemas meteorológicos	Encadeamento dos fenômenos
1:2.000.000 a 1:500.000	Centenas de km ²	Sub-Regional	Megalópoles / Grandes áreas metropolitanas	Rede meteorológica de superfície	Elementos topográficos (serras, montanhas, morros etc)	Mapeamento sistemático
1:500.000 a 1:100.000	Dezenas de km ²	Local	Áreas Metropolitanas / Metrôpoles	Postos meteorológicos	Ação antrópica (represas, estradas, desmatamentos etc)	Análise espacial
1:100.000 a 1:25.000	km ²	Mesoclima	Cidades médias ou grandes / Bairros de metrópoles	Análises de eventos específicos	Aglomerações urbanas/ Grandes áreas agrícolas	Adaptação conforme a finalidade pretendida
1:25.000 a 1:5.000	Centenas ou milhares de m ²	Topoclima	Pequenas cidades / Bairros	Instrumentos de coleta de dados "in loco"	Elementos de Urbanismo (bairros e ruas)	Adaptação conforme a finalidade pretendida
Menor que 1:5.000	Centenas ou dezenas de m ²	Microclima	Grandes edificações	Instrumentos de coleta de dados "in loco"	Habitações com razoável nível de detalhamento	Adaptação conforme a finalidade pretendida

Uma particularidade dos estudos climatológicos é que, além da definição adequada de uma escala espacial, devemos também escolher uma escala temporal que se ajuste às propostas da pesquisa. As condições de tempo atmosférico são bastante mutáveis, o que sinaliza a necessidade da adoção de uma escala temporal bastante detalhada. No caso das precipitações, o ideal seria incluir os dados relativos à ocorrência horária do fenômeno. Porém, poucas estações dispõem de um pluviógrafo³. Já os pluviômetros estão distribuídos de forma relativamente homogênea no estado de São Paulo, o que possibilitou a adoção de uma escala de análise diária, levando em consideração três distintos postos pluviométricos existentes no município em questão.

É conveniente salientar que as precipitações são fenômenos que apresentam elevada variação espaço-temporal em sua distribuição, o que a torna particularmente complexa de ser mapeada (BERNDTSSON e NIEMCZYNOWICZ, 1988). Inundações podem ser deflagradas por chuvas ocorridas a vários quilômetros de distância do local atingido. Nas bacias mapeadas já foram registradas inundações sem que se observasse algum meteoro nas imediações. Em tais casos, a escala adotada deve permitir mais do que a simples visualização do local onde ocorreu a precipitação que deu origem a inundação, possibilitando também a compreensão de como se deu a distribuição espacial do evento.

Portanto, optou-se pela coleta de dados pluviométricos em uma escala diária, por um período de 50 anos, conforme recomendado pela OMM. Quanto à escala espacial, foram utilizadas como fontes de dados imagens dos satélites CBERS 2, Landsat e Ikonos, cartas topográficas do município elaboradas originalmente em escala de 1:15.000⁴, 1:25.000⁵ e 1:50.000⁶, conforme anteriormente detalhado.

³ Um pluviógrafo consiste em um equipamento dotado de um coletor basculante que possibilita o registro da intensidade da precipitação. Por tratar-se de um aparelho que demanda cuidados maiores com manutenção, coletas de dados mais constantes, além de possuir maior custo e apresentar dados mais difíceis de serem consistidos, a sua distribuição é mais esparsa quando comparada a rede de pluviômetros.

⁴ Carta obtida junto ao setor de planejamento da prefeitura municipal de Santa Bárbara d'Oeste

⁵ Carta obtida junto ao setor de planejamento da prefeitura municipal de Santa Bárbara d'Oeste

⁶ Levantamento topográfico 1:50.000 do IBGE – Cartas de Limeira e Americana

5 - Inundações: o escopo de análise desta pesquisa

Apesar dos bons dicionários da língua portuguesa, e mesmo alguns trabalhos da área de hidrologia, tratarem os termos “enchente” e “inundação” como sinônimos, nesse estudo serão utilizados significados diferentes para as duas terminologias. A palavra enchente deriva de “encher” (que procede do latim *‘plenus’*), que segundo o dicionário “Aurélio” significa “*ocupar o vazio, a capacidade ou a superfície de; tornar cheio ou repleto*”. Já a palavra inundação (do latim *‘inundantia’*) é derivada do verbo “inundar” (que, segundo o mesmo dicionário significa “*cobrir de água; submergir; alagar; encher-se de água ou de outra substância líquida; [...] transbordar, extravasar*” (FERREIRA, 1988).

Portanto, conforme é possível notar nas Figuras 01, 02 e 03, a palavra inundação consiste no termo mais adequado para se descrever o fenômeno abordado nesse estudo, tendo em vista que ele trata das águas que transpassam os limites dos canais, invadindo ruas, terrenos, áreas públicas e edificações.

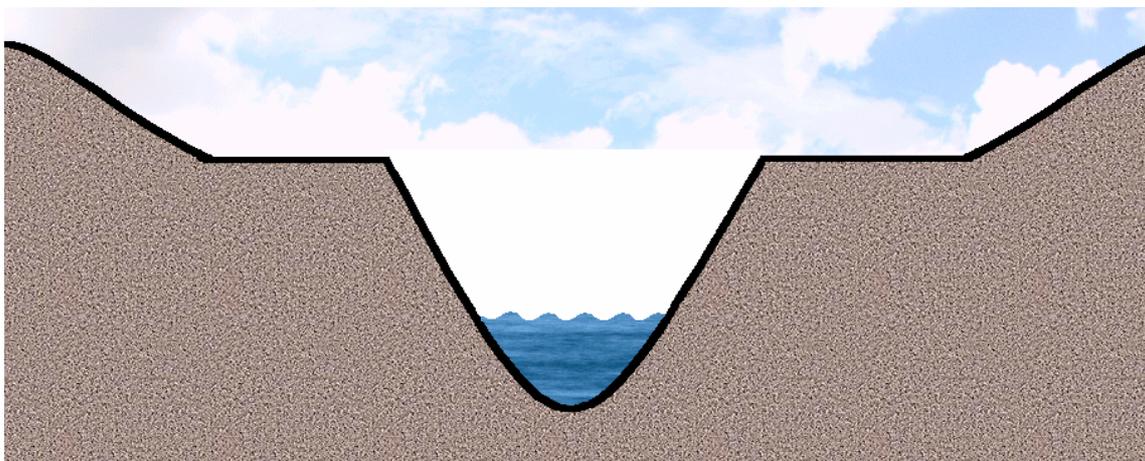


Figura 01: Canal fluvial em situação considerada habitual (vazão dentro da média histórica)

Elaborada por Daniel H. Candido

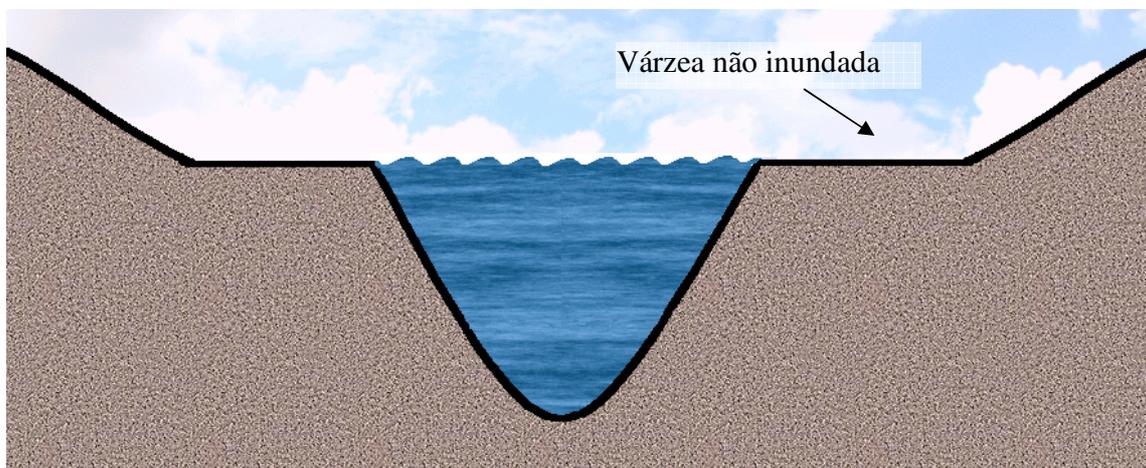


Figura 02 - Canal fluvial em situação de enchente (vazão acima da média histórica, porém sem transbordamento para as áreas de várzea)

Elaborada por Daniel H. Candido

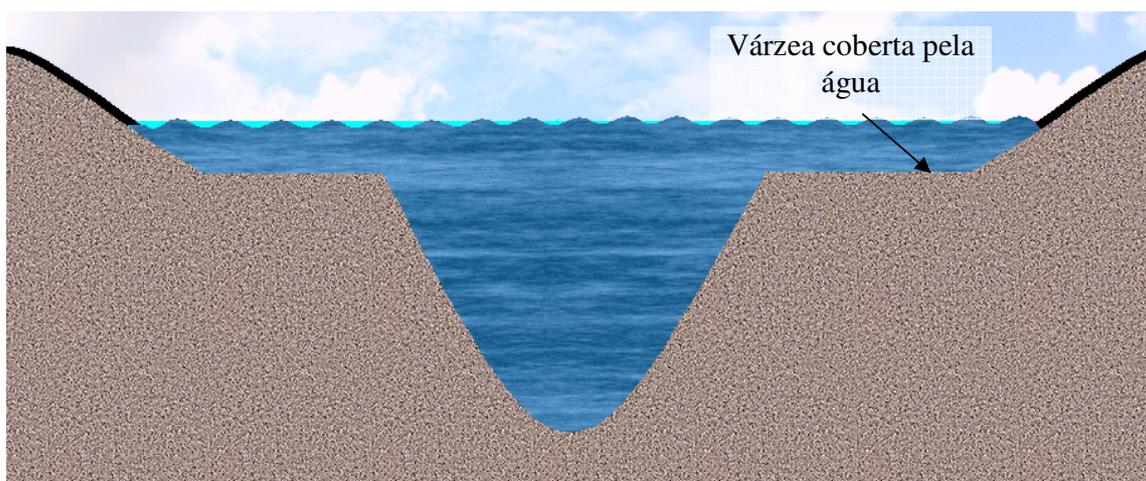


Figura 03 - Canal fluvial em situação de inundação

Elaborada por Daniel H. Candido

5.1 - Tipos de inundações

Tendo definido o que será considerado como inundação, é importante classificá-las categoricamente. Existe uma ampla gama de elementos que podem permitir tal separação. Porém, nesse trabalho, a divisão recaiu em três distintas categorias, de acordo com as características geomorfológicas do local onde ocorrem. São elas:

Inundações lentas ou de planície – nesse caso, as águas elevam-se de forma gradual e previsível; os canais transbordam e mantêm essa situação durante certo tempo e, em seguida, seus níveis caem gradativamente. Normalmente essas inundações ocorrem ciclicamente, sendo nitidamente sazonais. As inundações anuais da planície pantaneira no centro-oeste brasileiro ou as cheias do Rio Nilo no Egito consistem em exemplos típicos de eventos dessa categoria.

Inundações repentinas (*Flash floods*) – registram-se, sobretudo, em regiões de relevo irregular⁷, sendo ocorrência comum nos canais que descem as escarpas da Serra do Mar. Contudo, tendo em vista que o fenômeno ocorre em função da presença de grandes quantidades de água sendo escoada num curto período temporal, também podem ser observadas ocorrências pontuais dentro dos centros urbanos, onde suas formações são condicionadas pelo elevado grau de impermeabilização do solo. Devido à grande quantidade de água presente na ocorrência de tais episódios, grandes quantidades de solo e vegetação podem ser deslocados, deflagrando posteriormente processos de deslizamentos nas encostas (ARAKI e NUNES, 2004).

Inundações urbanas ou alagamentos – são causadas pelas águas acumuladas no leito das ruas e nos canais que atravessam perímetros urbanos, principalmente em locais com sistemas de drenagem deficientes, não estando necessariamente associadas ao excedente de água que transborda dos canais. O escoamento apropriado das águas depende da existência de um sistema de drenagem eficiente e da manutenção da capacidade de infiltração do solo. É comum a combinação de enxurrada e alagamento em áreas urbanas, sobretudo nas áreas com topografia mais irregular.

Seja qual for a origem, as inundações em áreas urbanas estão sempre relacionadas com a redução da infiltração natural dos solos, a qual pode ser condicionada por diversos fatores, dentre os quais merecem destaque:

⁷ Esse tipo de inundação também pode ser registrada em áreas mais planas, mas a ocorrência nesses locais está condicionada a presença de um solo com capacidade de infiltração já esgotada pela elevada quantidade de precipitação ocorrida anteriormente ao evento.

- a impermeabilização do solo, que pode ser provocada pela compactação do substrato pelo uso intensivo do local ou pela pavimentação de ruas e construção de calçadas. Em todos os casos se observa a redução da infiltração e conseqüente aumento do escoamento superficial;
- a construção adensada de edificações, que também contribuem para redução da área de solo disponível para absorção de água, causando maior concentração do escoamento superficial das precipitações;
- o desmatamento de encostas e o assoreamento dos rios que estão no espaço urbano, que podem modificar a velocidade do fluxo das águas e reduzir o volume que o canal potencialmente poderia armazenar, facilitando assim a ocorrência de inundações;
- o exercício de práticas agrícolas inadequadas nos trechos a montante da área urbana do canal, que podem induzir ao assoreamento;
- a presença de detritos em galerias pluviais, canais de drenagem e cursos d'água. A sujeira pode impedir que a água circule livremente, acumulando-se, podendo causar transbordamento e rompimento de tubulações;
- a insuficiência da rede de galerias pluviais. O subdimensionamento das galerias pode constituir-se em um sério problema nos centros urbanos. Com o aumento da urbanização há uma conseqüente elevação do volume de água que se dirige ao sistema de drenagem. As tubulações mais antigas não foram projetadas para suportar esse valor excedente, o que acaba por culminar no alagamento de alguns trechos de ruas situadas em áreas mais planas ou em fundos de vale;
- a canalização de cursos d'água, que acaba por dar origem a uma trilha de concentração das águas superficiais, conforme descrito por Paschoal (1981) em um estudo realizado na cidade de São Paulo.

A inundaç o do espaço urbano n o se restringe apenas aos rios que correm a c eu aberto, aparecendo tamb m nos vales daqueles que foram canalizados e aproveitados para a constru o de avenidas. Devido   impermeabiliza o crescente e progressiva do solo urbano, as  guas das chuvas intensas começaram a se acumular cada vez mais [...] n o sendo a rede de capta o de  guas pluviais suficiente para atender seu r pido escoamento. Assim nos dias de fortes chuvas a popula o [...] enfrenta o problema das  guas, ocasionado diretamente pelo transbordamento dos rios, ou indiretamente pela defici ncia do sistema de capta o das  guas pluviais. (Paschoal, 1981).

- a retifica o dos canais. Apesar de aumentar a velocidade do fluxo da  gua, essa t cnica reduz o volume total da calha e, conseq entemente, a capacidade de armazenamento do rio. Os trechos retificados de rios e c rregos podem passar   situa o de inunda o com volumes menores de precipita o. Al m do mais, o incremento na velocidade de escoamento pode provocar problemas nos trechos a jusante. Esse fen meno pode ser ilustrado com a cita o de Brighetti (2007):

H , ainda, a considerar que os cortes sistem ticos de meandros aumentam as velocidades das ondas de enchentes, podendo, em conseq u ncia, fazer coincidir as descargas cr ticas do curso principal com a de seus afluentes, de forma diversa a que ocorreria naturalmente, provocando situa es calamitosas (p.10).

Portanto   poss vel afirmar que os canais fluviais situados em  reas urbanas tendem a apresentar certa suscetibilidade aos problemas de inunda o por n o serem capazes de suportar as grandes quantidades de  gua que ingressam em seus leitos durante epis dios de precipita o mais intensa. Nas bacias hidrogr ficas rurais a freq u ncia de alagamentos   menor, pois a maior parte do fluxo de  gua proveniente das precipita es   retido pelo solo e pela vegeta o, infiltrando-se posteriormente no subsolo. O restante esco superficialmente de forma gradual ou, ainda, sofre evapora o.

5.2 - Sistemas de Drenagem urbana

As diferentes formas de utiliza o dos canais fluviais podem alterar o seu comportamento e, conseq entemente, causar modifica es na distribui o espaço-temporal dos epis dios de inunda o, notadamente nas  reas urbanas. Obras de retifica o, canaliza o, aprofundamento dos canais e constru es de barragens evidenciam que

atualmente a maior parte dos rios têm sido utilizados pelo homem em suas atividades cotidianas. Restam poucos locais onde os cursos d'água ainda mantêm as suas formas naturais, sem terem recebido o controle da ação humana, que acaba por alterá-las periodicamente, de acordo com os interesses das populações locais. Devido a essas modificações, alguns rios, também passam a ser uma fonte de perigo iminente à população.

Régularisés, canalisés, interrompus par des barrages, bien des fleuves sont aujourd'hui domestiqués et mis au service des hommes et leur activités. Il n'en rest pas moins que dans certaines régions les cours d'eau continuent à inquiéter les riverains et a dévaster périodiquement leurs récoltes et leurs maisons. Pour certaines rivières, il n'est pas encore question d'être au service des hommes mais de ne plus être un danger pour leur vies et leur œuvres.

(ROCHEFORT, 1963 p.118)

Além do intensivo uso dos canais fluviais, devemos considerar também que a atual estrutura dos centros urbanos torna necessária a utilização de sistemas de drenagem, que objetivam a realização do escoamento das águas precipitadas nas áreas abrangidas pela mancha urbana. Portanto, faz-se importante o conhecimento do comportamento dos sistemas de drenagem existentes, pois essas tubulações serão as responsáveis pelo transporte do excedente hídrico até os canais, alterando a dinâmica fluvial, retendo ou liberando mais água em determinados locais. Trabalhos anteriores já destacaram a necessidade dessa avaliação, como a obra de Johnson e Saire (1973), que ressalta a importância de se estipular o volume exato de água que corre em direção aos tubos de drenagem, para que seja feito um dimensionamento adequado desses dutos.

Os sistemas de drenagem desempenham numerosas funções nas áreas urbanas, entre as quais se destacam a prevenção de inundações e a descarga de águas poluídas. Como amplos interesses sociais e econômicos estão envolvidos, os sistemas de drenagem urbana devem estar construídos dentro de padrões rigorosamente pré-estabelecidos, de modo a evitar-se o subdimensionamento das galerias, o que poderia implicar em prejuízos econômicos e transtornos à população.

Tendo em vista aspectos técnicos, estéticos e de saúde pública, os sistemas de drenagem a céu aberto são normalmente considerados inadequados, de modo que normalmente é feita a opção pela adoção de sistemas subterrâneos, que fazem a coleta das

águas oriundas do escoamento superficial que, por vezes, acabam sendo misturadas às águas coletadas nas redes de esgoto, fato inaceitável do ponto de vista ambiental.

Nas áreas de clima tropical e subtropical, os picos de escoamento superficial advindo das precipitações determinam os valores limites que os sistemas de drenagem do local devem suportar. No caso das latitudes mais elevadas também há de se considerar a quantidade de água que pode escoar em função do degelo da neve acumulada ao longo do inverno - sabendo-se que essa quantidade pode variar bastante anualmente.

5.2.1 - Controle do fluxo de drenagem

Grandes quantidades de água podem atingir os sistemas de drenagem durante os episódios de precipitação. Apenas para ilustrar com dados empíricos, o telhado de uma residência de médio porte cobre uma área de aproximadamente 120 metros quadrados. Isso significa que, em uma precipitação de 50 milímetros, 6 mil litros serão interceptados por esse telhado. Considerando-se a precipitação média anual obtêm-se um valor de aproximadamente 180 mil litros acumulados apenas no teto de uma residência.

A área total ocupada pela mancha urbana do município é superior a 38 milhões de metros quadrados. Assim, em um único evento de 50 mm de precipitação, 1,9 bilhões de litros de água serão precipitados sobre a cidade. Em um ano esse total equivale, em média, a 57 bilhões de litros. Como descrito a seguir, uma parte desse montante é perdida ao longo do trajeto e a porção restante acaba, direta ou indiretamente, adentrando nos canais fluviais.

Smarte e Hebertson (1992) afirmam que o escoamento superficial, tanto de áreas urbanas como rurais, pode ser dividido em dois subprocessos. O primeiro se refere ao grupo das **perdas**, que consiste nos processos que causam redução no montante de água que ingressa no sistema de drenagem. O segundo processo corresponde à **transformação** da água precipitada em **fluxo superficial** e **subsuperficial**.

Obviamente o escoamento perdido não tem potencial de contribuir com a ocorrência de enxurradas ou inundações. Já as águas que se integram ao processo de escoamento subsuperficial acabam percolando o solo e adentrando nos rios através do fluxo advindo das nascentes ou olhos d'água, podendo posteriormente facilitar a ocorrência de situações de enchentes e inundações.

Vários métodos de controle do escoamento das águas precipitadas são considerados na elaboração dos sistemas modernos de drenagem urbana. Esses métodos têm por objetivo diminuir o montante de água que ingressa nos dutos de drenagem, por meio da adoção de sistemas de contenção e armazenamento do líquido.

O método que apresenta melhor relação entre custo e benefícios consiste no controle direto do montante de água que ingressa no sistema, por meio da elevação da capacidade de infiltração da superfície. Esse incremento da absorção pode ser feito de várias maneiras, como construção de trincheiras para contenção e absorção da água excedente, ou adoção de pavimentos mais porosos. Essas medidas facilitam a entrada da água no subsolo, sendo efetivas na redução do volume de água do sistema. Para proteção da qualidade das águas subterrâneas, a adoção desse método deve ficar restrita a áreas pouco poluídas, coletando, principalmente, águas provenientes de telhados, quintais e ruas residenciais.

Outra possibilidade consiste na adoção de cisternas que podem armazenar água para posterior uso em atividades que não exigem água tratada, como jardinagem, lavagem de veículos e quintais, descarga sanitária, entre outros. A adoção desse sistema poderia, além de minimizar o impacto das inundações, propiciar economia no uso de água tratada e, conseqüentemente, economia com energia e produtos químicos utilizados no seu tratamento (FENDRICH e OLIYNIK, 2002). Considerando que o local estudado encontra-se em uma área onde se observa precipitação média anual próxima a 1500 mm, pode-se afirmar que a quantidade de água coletada por esses dispositivos traria um impacto significativo no montante de líquido que circula pelos sistemas de drenagem durante episódios de precipitação intensa.

Nas áreas mais densamente urbanizadas e/ou poluídas pode-se utilizar o método de contenção. Essa técnica baseia-se na construção de reservatórios capazes de reter temporariamente o excedente de águas, liberando-as posteriormente, após a redução do nível do canal.

A vantagem da adoção desse sistema é que parte da poluição pode ser eliminada por decantação, antes que a água seja novamente integrada ao sistema. Estudos desenvolvidos

na Holanda demonstram uma redução de até 60% na d.b.o.⁸ dos rios e lagos locais após adoção desse método (SMARTE e HERBERTSON, 1992).

O armazenamento também pode ser feito pela adoção de tubos maiores em certos trechos do sistema de drenagem, o que reduz a velocidade do fluxo de água. Em locais que dispõem de grandes espaços livres podem ser criados reservatórios a céu aberto, que também exercem esse papel de redução da velocidade do fluxo.

No caso do local estudado, também é pertinente a distinção entre o escoamento nas superfícies pavimentadas (área urbana) e não pavimentadas (zona rural).

5.2.2 - Superfícies pavimentadas

Nem toda água precipitada sobre as superfícies pavimentadas flui em direção aos dutos de drenagem. Parte dela é retida na superfície por adesão molecular, ou acaba sendo contida na forma de poças pelas rugosidades, buracos e depressões no material, sendo removida posteriormente pela evaporação. Para a maioria dos materiais, o índice de perda por adesão molecular é baixo, dificilmente chegando a superar 0,5 mm. Quanto a retenção nas poças formadas nas irregularidades do terreno, pode variar de 0 mm nas superfícies inclinadas (telhados, por exemplo) até mais de 5mm em superfícies totalmente planas (estacionamentos) .

As perdas resultantes da adesão molecular e retenção por irregularidade podem ser integradas em um grupo chamado **perda inicial** que, segundo Smarte e Hebertson (1992) segue a relação:

$$PI = 0.77 d^{-0,49}$$

onde PI representa a Perda Inicial e d é a declividade do terreno.

A perda por evaporação é mais difícil de ser determinada, fato que se reflete no pequeno número de estudos tratando especificamente sobre o assunto. GRIMMOND e OKE (2000) e VAN DE VEN (1989) colocam que o fluxo de calor retido por uma

⁸ Demanda Bioquímica de Oxigênio (d.b.o.) é uma medida comumente utilizada para determinar o nível de poluição de um determinado corpo d'água. A presença de bactérias faz com que haja um aumento na demanda de oxigênio diminuindo assim a quantidade do gás em dissolução na água, o que pode acarretar em mortalidade de peixes e aumento de atividade anaeróbica, que compromete a sua qualidade, acabando por torná-la inadequada ao consumo humano. De modo geral, elevados índices de d.b.o. indicam a presença de grande quantidade de matéria orgânica dispersa na água, o que pode significar poluição por esgoto.

superfície pavimentada exerce forte influência no processo de evaporação chegando a valores ligeiramente superiores a 1 mm na primeira hora após uma tempestade⁹. Porém, o pavimento nem sempre está aquecido e, mesmo quando aquecido, a distribuição do calor sobre ele não se dá de modo homogêneo, o que propicia variações desses valores. É importante salientar que a evaporação também sofre alterações em função de diversos fatores locais, como umidade, temperatura do ar, temperatura do solo, velocidade do vento, cobertura de nuvens, presença de vegetação, entre outros.

5.2.2 - Superfícies não pavimentadas

A quantidade de água perdida pelas superfícies não pavimentadas depende de diversos atributos como clima, formas de relevo, tipo de solo, porosidade e compactação. As perdas iniciais são, de modo geral, maiores que as observadas nas áreas pavimentadas, embora sofram variações conforme o tipo de cobertura. Valores entre 2 a 4 mm não são excepcionais em áreas planas e para superfícies inclinadas há variações entre 0 a 3 mm.

A capacidade de infiltração não depende somente do tipo de solo, mas também do seu uso. Solos mais compactados e com menor cobertura vegetal tendem a apresentar menor porosidade e, conseqüentemente, maiores taxas de escoamento superficial.

O processo de infiltração é fortemente influenciado pela umidade previamente existente no solo. Em situações de saturação do pavimento, a capacidade de infiltração se reduz em mais de 50%, o que leva a um incremento das perdas iniciais. De qualquer modo, é possível afirmar que a maior capacidade de infiltração faz com que áreas não pavimentadas tenham menores montantes de escoamento superficial quando comparadas com superfícies cobertas.

5.3 - Retificação de canais

Outro aspecto considerado como uma forma de controle do fluxo de drenagem consiste na execução de obras de canalização e retificação de canais. Tais projetos foram empreendidos em alguns trechos dos principais canais da bacia do Ribeirão dos Toledos,

⁹ Apesar de esses autores indicarem cerca de 1 mm de evaporação na primeira hora, observações empíricas permitem inferir que esse valor deve ser superior para a área estudada.

dentre os quais se incluem, além do próprio Ribeirão que dá nome a bacia, os córregos Pacheco, Mollon, Araçariguama, além de alguns córregos sem nomenclatura situados em área urbana que foram canalizados ao longo das décadas de 1970, 1980 e 1990, com a justificativa dúbia de que tais obras poderiam propiciar uma melhor qualidade de vida aos habitantes da cidade.

Brighetti (2007) afirma que as retificações devem ser realizadas com cautela, pois essas obras podem acarretar em efeitos colaterais indesejados como rebaixamento do nível do lençol freático, aumento na quantidade de sedimentos transportados e modificação no regime hídrico do canal, alterando conseqüentemente o fluxo de água após as precipitações (ondas de enchentes).

[...] os cortes sistemáticos de meandros aumentam as velocidades das ondas de enchentes, podendo, em conseqüência, fazer coincidir as descargas críticas do curso principal com a de seus afluentes, de forma diversa a que ocorreria naturalmente, provocando situações calamitosas. (BRIGHETTI, 2007, p.10)

Além das retificações, outra particularidade que pode causar mudança no padrão de escoamento das ondas de enchentes é a construção de barragens. Observações empíricas do Ribeirão dos Toledos, em trecho situado nas proximidades da área central do município estudado, indicam um aumento do tempo de chegada desse afluxo de água. Os valores, que anteriormente variavam entre 4 a 8 horas, atualmente estão entre 18 e 26 horas, o que indica grande retenção das águas nos lagos dos reservatórios recentemente construídos no município. Essa retenção, porém, não elimina o problema das inundações. Apenas retarda, em algumas horas, o início de sua ocorrência.

6 - Hazards

Ao realizar leituras tratando sobre temas relacionados à ocorrência de desastres naturais, é inevitável deparar com o uso da terminologia inglesa *hazards*. Esse termo é amplamente utilizado em trabalhos escritos em línguas estrangeiras, tais como Beyer, (1974); White (1974); Johnson (1989); Van Molle (1993); Smith (1997) ; Tobin e Montiz (1997); Whol (2000); Wisner et. al. (2005), entre outros, bem como em alguns trabalhos traduzidos ou escritos originalmente em português (MATTEDI, 1999; MATTEDI e BUTZKE, 2001; MARANDOLA e HOGAN, 2004).

Trata-se de um vocábulo que compreende fenômenos diversos como avalanches, terremotos, atividades vulcânicas, ciclones, tornados, secas, inundações, epidemias, pragas, fome etc (MATTEDI e BUTZKE, 2001) sendo, por isso, relativamente difícil traduzir ou definir conceitualmente a idéia intrínseca a esse termo.

Nota-se de modo relativamente freqüente a tradução do vocábulo *hazard* por termos supostamente equivalentes, como risco¹⁰, perigo ou desastre. Outros trabalhos, como o escrito por Lavell (1996) optaram por utilizar o termo ‘ameaça’ como sinônimo. Porém, essa tradução feita utilizando-se o sentido literal da palavra é equivocada e deve ser evitada, pelo fato de não existir uma palavra na língua portuguesa que exprima todo o sentido inerente ao termo inglês. (MARANDOLA e HOGAN, 2004).

Para melhor compreensão do significado adotado neste estudo é importante a realização de uma breve discussão visando captar os modos que diferentes autores da Geografia e de outras áreas do conhecimento tratam o assunto.

Inicialmente, o conceito de *hazard* foi adotado por um grupo de estudos da Universidade de Chicago para o desenvolvimento de estudos que envolvessem os aspectos físicos dos danos causados por eventos de inundações. Todavia, não tardou para o termo ser estendido a diferentes estudos tratando sobre os demais fenômenos naturais. “Logo os geógrafos foram identificando novos *hazards*, com outras origens que não a natural”. (MATTEDI e BUTZKE, 2001).

Então podemos afirmar que, atualmente, é possível presumir a existência de diversos tipos de *hazards*. Marandola e Hogan (2004) afirmam que é possível separá-los em

¹⁰ Segundo Marandola e Hogan (2004), o termo risco é utilizado como uma situação, indicando um certo grau de incerteza e insegurança. Então, pode-se utilizar os termos “locais de risco” ou “locais em risco”. Nesses casos, estar em risco seria estar suscetível à ocorrência de um *hazard*.

três categorias - **naturais**, **tecnológicos** e **sociais** - que podem atuar isoladamente ou em combinação (híbridos). Os *hazards* naturais derivariam de fatores físicos e bióticos (e.g. secas, inundações, epidemias); os tecnológicos estariam relacionados aos processos e estruturas tecnológicas (e.g. construção de barragens que podem acabar se rompendo provocando danos à população das proximidades; o “*bug* do milênio” que colocou em risco a integridade de milhões de sistemas computacionais no final do século XX etc); os *hazards* sociais seriam um resultado do comportamento humano (e.g. violência urbana, protestos).

O website do *Canadian Centre for Occupational Health and Safety*¹¹ apresenta uma definição satisfatória para o termo *hazard*, diferenciando o de risco (*risk*), que corresponderia à probabilidade de uma pessoa ou instalação sofrer uma avaria quando exposta a um determinado *hazard*. Segundo o artigo do *site*, um *hazard* pode ser considerado como qualquer fonte potencial de avarias, lesões ou prejuízos à saúde ou ao bem estar comum. De modo geral, um *hazard* pode causar efeitos adversos e transtornos para indivíduos (ferimentos e doenças) e/ou grupos e organizações (perdas financeiras).

No mesmo *website* é apresentada uma tabela que enumera exemplos do que exatamente seria um *hazard*, como podemos ver a seguir (Tabela 02):

Tabela 02: Exemplos de hazards segundo o Canadian Centre for Occupational Health and Safety

<i>Hazard</i>	Exemplo de avaria causada
Faca	Corte
Benzina	Leucemia
Amianto	Asbestose
Eletricidade	Choque elétrico
Chão molhado	Escorregamento, queda
Mineração	Problemas pulmonares

(Fonte: *Canadian Centre for Occupational Health and Safety*, 2007 – Adaptado por Daniel Candido)

¹¹ Centro canadense de saúde e segurança ocupacional – Tabela original, em inglês, disponível no endereço http://www.ccohs.ca/oshanswers/hsprograms/hazard_risk.html - acessado em 3 abril de 2007.

Com base nas informações aqui expostas, é possível elaborar uma nova tabela, fundamentada na apresentada anteriormente, que permita classificar os *hazards* mais comuns e os danos passíveis de serem causados em sua presença (Tabela 03).

Tabela 03 - Diferentes *hazards* e danos que podem potencialmente ser deflagrados por sua presença.

Tipo	Hazards	Exemplos de conseqüências deletérias que podem ser desencadeadas pelo <i>hazard</i>
Natural	Inundações	Afogamentos, doenças, danos materiais
Natural	Vulcanismo e Terremotos	Ferimentos, danos materiais
Natural	Episódios de ventos intensos	Ferimentos, danos materiais
Natural	Escorregamentos e Avalanches	Ferimentos, danos materiais
Natural	Seca	Incêndios, doenças, fome, perdas econômicas
Social	Violência urbana	Ferimentos, perdas econômicas, danos materiais
Social	Analfabetismo	Desemprego, fome, segregação
Social	Inflação	Desemprego, perdas econômicas
Tecnológico	Rompimento de barragens construídas pelo homem	Afogamentos, ferimentos, danos materiais
Tecnológico	Panes em sistemas informatizados	Ferimentos, perdas econômicas, danos materiais

Diversos estudos, dentre os quais Tobin e Montz (1997), Smith (1992) e Mattedi e Butzke (2001) afirmam que um *hazard* pode não ser considerado apenas um fenômeno de origem natural, mas também como eventos oriundos da interface sociedade-natureza. Esses *hazards*, chamados de não-naturais, incidem sobre o meio natural produzindo os *hazards quasi-naturais*, que ocorrem pela junção de fatores naturais com aspectos sociais e/ou tecnológicos. Os híbridos ocorrem quando se observa influência mútua de fenômenos sociais e tecnológicos. Os *hazards* ambientais são resultados da interação entre os três elementos aqui expostos - natural, social e tecnológico (Figura 04).

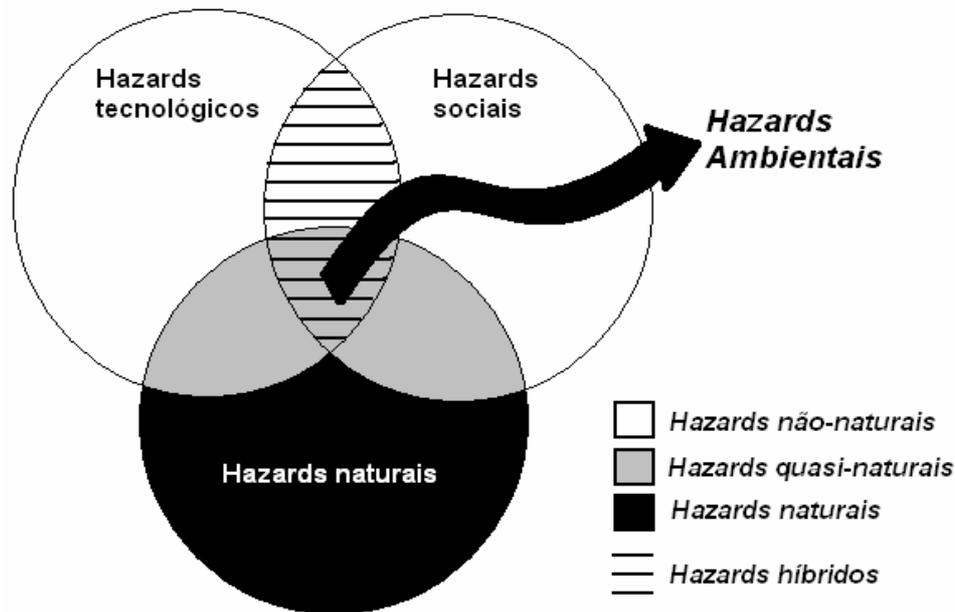


Figura 04 - Classificação dos *hazards*

Adaptado de MATTEDI e BUTZKE (2001) por Daniel Candido.

Considerando a existência de *hazards* não-naturais, Johnson (1989) realizou um trabalho onde os dividiu em cinco subgrupos:

1) **Hazards pessoais** (*personal hazards*), que afetam diretamente o indivíduo, tendo portanto sua abrangência limitada apenas a ele próprio e às pessoas das proximidades. Envolve riscos nos quais a própria pessoa exposta pode ter o controle da situação, sem a necessidade de intervenção direta do Estado. Obviamente, em certas circunstâncias o Estado pode tomar medidas buscando proteger seus cidadãos contra os riscos inerentes aos *hazards* dessa categoria, como criar leis obrigando o uso de cinto de segurança, equipamentos de proteção individual em indústrias etc.

2) **Hazards grupais** (*group hazards*), que envolvem situações relativamente familiares nas quais os indivíduos envolvidos podem avaliar os riscos e decidir de que modo agir. Algumas vezes o Estado acaba por intervir nesses casos para evitar potenciais danos a terceiros – como no caso de leis anti-tabagismo para evitar a ocorrência de lesões pulmonares em fumantes passivos, ou proibição do ato de dirigir em estado de embriaguez para se evitar acidentes.

3) **Hazards de alta tecnologia** (*high technology hazards*), que compreendem as conseqüências da exposição a elementos advindos de aparelhos construídos pelo homem, tais como a longa exposição a radiação emitida por alguns monitores ou a ação cancerígena das ondas que atingem as pessoas que vivem próximas a estações de energia.

4) **Hazards do desenvolvimento industrial** (*industrial development hazards*), que acometem as pessoas que vivem nas proximidades de áreas poluídas. Compreende áreas afetadas por poluição industrial, emissão de gases tóxicos pelos escapamentos de veículos automotores, poluição sonora, entre outros. Ainda é pouco compreendido devido ao longo tempo de exposição necessário para percepção dos efeitos nocivos associados a esse *hazard*.

5) **Hazards das tecnologias pouco conhecidas** (*mysterious technologies and products hazards*), compreendem o uso de tecnologias que ainda não foram suficientemente dominadas para serem consideradas seguras e podem acarretar em acidentes capazes de afetar grandes parcelas da população. Como exemplo pode-se citar o reator nuclear da usina de Chernobyl, que entrou em colapso contaminando com radiação milhares de pessoas e grandes áreas de terras agriculturáveis.

No contexto exposto, é possível incluir as inundações provocadas pelo rompimento de barragens construídas pelo homem como um *hazard* tecnológico¹². Apesar de normalmente serem deflagradas por agentes naturais (chuvas ou degelo), tais eventos somente tomam proporções catastróficas devido à influência das tecnologias empregadas, que possibilitaram a construção de estruturas grandes o suficiente para potencializar as conseqüências que seriam esperadas pela ação natural desses elementos.

Porém, mais que um evento puramente tecnológico ou natural, as inundações também acabam acarretando riscos sociais, consistindo então em um híbrido, podendo ser categorizado como um *hazard* ambiental (Figura 04). Portanto, é imperativo que, ao se lidar com esse tipo de fenômeno, sejam abordados aspectos físicos e humanos dos locais em questão.

¹² Destaca-se evento ocorrido no estado da Paraíba em 17 de abril de 2004. O *website do Dartmouth Fflood Observatory* <www.dartmouth.edu/~floods> descreve que a barragem da Represa de Camará no Rio Mamanguape se rompeu liberando um volume de água elevado o suficiente para submergir as cidades de Alagoa Nova e Alagoa Grande deixando milhares de desabrigados.

O primeiro aspecto analítico relevante nos estudos de *Hazards* compreende as dificuldades de caracterizar as relações entre as dimensões física e humana de um evento. Por exemplo, em sua concepção original, os *Hazards* eram descritos como efeitos de processos geofísicos que cercam o mundo humano, ou seja, elementos do ambiente físico prejudiciais ao homem e causados por forças externas. O fator determinante para a caracterização dos *Hazards* era atribuído à perspectiva física dos eventos. As pessoas impactadas eram vistas como vítimas "desafortunadas" que possuíam uma baixa capacidade de reação. (MATTEDI e BUTZKE, 2001, p.95).

Apesar de relacionados entre si, os processos naturais que levam ao surgimento dos *hazards* são díspares, podendo ter origem climática, geológica ou hidrológica (ou envolver a combinação de mais de um desses fatores). Essa particularidade fez Mattedi e Butzke (2001) estabelecerem uma classificação para cada espécie de *hazards* considerando os mecanismos físicos que originam o evento (magnitude, duração, extensão espacial) sua distribuição temporal (frequência, sazonalidade), distribuição espacial (localização geográfica) e dinâmica de eclosão (tempo de preparação, velocidade de início, velocidade de término).

A caracterização dos *Mecanismos Físicos* envolve a determinação da força mobilizada por um evento, como, por exemplo, a velocidade do vento durante uma tempestade, o nível da água atingido numa inundação, a energia liberada por um terremoto etc. Em alguns *Hazards* estes processos físicos são medidos diretamente, através de procedimentos científicos padronizados, como índices de Temperatura-Humidade (*sic*), Hidrográfos de Inundação etc. Em outros, é feita indiretamente, através da consideração da intensidade, estimando variáveis humanas, como índices de destruição provocadas pelo evento. No que se refere à duração, enquanto alguns possuem uma escala baseada em segundos (terremotos), em outros a escala baseia-se em anos (secas). Do ponto de vista espacial, quanto mais alta a magnitude, menor a concentração espacial do evento. A *Distribuição Temporal* diz respeito à frequência e ao período de retorno (intervalo de recorrência) de um determinado evento. A abordagem tradicional tem sido analisar os registros históricos, calculando o número de ocorrência num período de tempo específico. Mas estas técnicas têm limitações, pois não permitem extrapolação de um caso para outro, limitando-se ao local onde os dados foram coletados. Além disso, não podem ser aplicadas a todos os eventos, como ciclones tropicais, tornados, nevascas, secas etc. Certos eventos ocorrem mais frequentemente em determinados períodos de tempo do ano do que em outros: tempestades de neve e ondas de frio são fenômenos de inverno e ocorrem em latitudes temperadas, enquanto ciclones tropicais são eventos de verão, o que permite estabelecer uma sazonalidade. O terceiro aspecto que permite caracterizar geofisicamente os *Hazards* é sua *Distribuição Espacial*, ou seja, sua espacialidade pode ser definida, seu mapeamento estabelecido e seu risco conhecido através de sua determinação no

espaço. Ao olhar a distribuição espacial é importante considerar a escala espacial, pois escalas de nível global e regional possuem padrões de emergência diferente. Muitos *Hazards* podem ser identificados com a sua localização, pois eventos geofísicos extremos não ocorrem em muitos lugares, como é o caso de furacões, vulcões. Outra característica física dos *Hazards* é a *Dinâmica de Eclosão* do evento. Examinando a dinâmica de desencadeamento de um evento podemos identificar o seu risco de incidência. Acredita-se que, em geral, quanto mais rápida for sua ocorrência, mais inesperado o evento, portanto, menores são as condições para a adoção de ações. Por exemplo, enquanto tornados e terremotos ocorrem muito rapidamente e oferecem um tempo de preparação mínimo, secas e inundações, por outro lado, possuem um tempo de desencadeamento bem mais extenso, permitindo a implementação de estratégias de confrontação bem mais extensas [...]

Cada um destes aspectos tem sido exaustivamente pesquisado, pois se acredita que, conhecendo as diferentes magnitudes, frequências e durações dos eventos podemos entender melhor o comportamento humano frente aos *Hazards* e, desta forma, estabelecer procedimentos de predição, proteção e resposta. A relação entres estes fatores pode ser descrita pela aplicação desta classificação aos problemas das enchentes e dos terremotos. (MATTEDI e BUTZKE, 2001 p.96).

Esses autores afirmam ainda que, desde meados da década de 70, o termo *hazard* passou a ser visto como sendo um produto da interação de forças físicas e humanas que, combinadas, determinam a significância e os impactos de um determinado evento.

É importante destacar que o sentido inerente ao termo *hazard* torna-o indissociável da presença humana. As inundações, por exemplo, não poderiam ser consideradas *hazards* se os homens não tivessem ocupado as planícies fluviais. Segundo White (1974), a presença de um *hazard* está diretamente relacionada à ocorrência de uma adaptação do homem a tal condição.

By definition, no natural hazard exists apart from human adjustment to it. It always involves human initiative and choice. Floods would not be hazards were not man tempted to occupy floodplains: by his occupance he establishes the damage potential and may well change the flood regimen itself. (...) The effects of human adjustments will depend upon the particular combination of physical and social environment that prevail at the time. It's barely conceivable and highly improbable that a group of people could manage to live free of any distress caused by unexpected events in nature.

(WHITE, 1974, p.3).

Esse autor define essa capacidade de adaptação (*adjustment*) como sendo um termo comumente utilizado para descrever as atividades humanas destinadas a mitigar os impactos oriundos de determinados eventos.

Natural hazard was defined as 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. Extreme events which exceed the normal capacity of the human system to reflect, absorb, or buffer them are inherent in hazard. An extreme event was taken to be any event in a geophysical system displaying relatively high variance from the mean.

[...]

There is large latitude for classifying human response to extreme events, but the term commonly used to describe a human activity intended to reduce the negative impact of the event was **adjustment**.

(WHITE, 1974, p.4).

6.1 - Inundações: um *hazard* ambiental

Quase todos os corpos d'água naturalmente formados estão sujeitos a inundações durante episódios de precipitações mais intensas. Contudo, a partir do momento em que as ocorrências desses eventos afetam as populações que habitam as áreas que margeiam os canais, passando a ser considerada como um fator deletério, elas podem ser tratadas como um *hazard*.

Floods constitute a hazard when they alter the existing riparian corridor in a manner that is perceived by humans as being dangerous or deleterious. The riparian corridor includes the bottomland, floodplain, and streambank communities within the 100-year floodplain along inland waterways [...].

(WOHL, 2000 p.5)

No contexto aqui exposto, podemos tratar o fenômeno das inundações não somente como um evento natural, mas como um *hazard* ambiental, tendo em vista que a ocorrência advém de fatores naturais (clima, geomorfologia, pedologia), sociais (urbanização de áreas suscetíveis, alterações micro-climáticas induzidas pela ação humana) e tecnológicas (construção de obras de contenção, barragens, controle do fluxo de águas pluviais). A associação desses fatores podem alterar a dinâmica natural dos cursos d'água fazendo com que se observe uma modificação espacial na abrangência do fenômeno.

Pelo fato de estarmos lidando com um *hazard* ambiental, as inundações devem ser tratadas de modo holístico, considerando os elementos físicos e sociais presentes nos locais onde se observam a sua ocorrência. A sua análise deve ser feita de modo detalhado, sem desconsiderar elementos que, a primeira vista, não parecem ter muita relevância. Ao tratarmos de um fenômeno tão ímpar, toda atenção é necessária, de modo a se evitar que o

menor dos detalhes passe despercebido, desde a distribuição sazonal da precipitação, até o histórico de ocupação do local.

Como todo *hazard* ambiental, as inundações podem deixar como legado um amplo espectro de seqüelas calamitosas, que acabam por abranger fatores de natureza física e social. Tais aspectos podem incluir modificações nos canais, que consistem em alterações no traçado, assoreamento, mudança da forma e estrutura das planícies de inundação¹³, alterações na vegetação das áreas inundáveis, prejuízos à saúde e ao bem estar da população local, além de danos às estruturas construídas nesses locais.

Floods have detrimental effects on three aspects of the human condition: health, agriculture, and economic systems. In terms of human health, floods can cause death from drowning, impact or exposure. As population densities on floodplain increase, so too do damage and loss of life during flooding (...). As with human health, the effects of floods on agriculture and food are multiple and result from direct as well as indirect consequences of the flooding. Crops, seeds and stored food stocks are destroyed during inundation causing immediate financial devastation for farmers (...). The third category of flood damage for human communities is associated with the effects of flooding on housing, buildings business and property. As water begins to overtop the banks of channels and spread across the floodplain, structures are affected, but the severity of damage depends on how high the stage¹⁴ rises. Ground floors of residences and other buildings are flooded initially, but with the increasing stage and higher velocity flows, buildings and loose property (e.g., cars) can be swept away.

(WOHL, 2000, p276-277)

Nas últimas décadas as inundações têm se tornado um percalço às atividades cotidianas das populações de diferentes locais do planeta, sobretudo àquelas situadas nos países em desenvolvimento. Wisner *et al.* (2005) afirmam que a ocorrência de inundações com período de retorno superiores a 100 anos tem sido cada vez mais comuns nos países menos desenvolvidos. Essa elevação das ocorrências está ligada a expansão das áreas urbanas, que tendem a ocupar áreas maiores e mais próximas as planícies de inundações e também as alterações climáticas de origens antrópicas e naturais que podem induzir a

¹³ Em virtude, sobretudo, da erosão e deposição de sedimentos devido à elevada capacidade de transporte das águas que invadem tais áreas nos episódios de inundação.

¹⁴ *Flood stage* é uma denominação adotada National Weather Service dos EUA <www.weather.gov/ahps> para indicação do nível a partir do qual a água possui potencial de causar algum dano físico ou econômico. Observa-se que não é necessário que o nível das águas ultrapassem as margens do canal para se delimitar o *flood stage*. Por exemplo, se uma ponte situada abaixo desse nível tiver que ser interditada devido a um determinado volume de cheia, esse nível pode ser demarcado como o *flood stage* para esse local.

modificações no regime pluviométrico, fazendo com que se observe uma tendência de maior concentração das precipitações, que passam a ocorrer com uma distribuição temporal mais irregular.

Devido a seu comportamento recursivo, a maior parte das inundações podem ser classificadas como “riscos conhecidos”¹⁵, tendo em vista que se tem conhecimento exato de qual é a abrangência espaço-temporal dos eventos ocorridos no local em questão. Como já citado, as planícies inundáveis podem consistir em um fator de atração e concentração da população, na medida em que podem ter oferecido ao longo do tempo uma série de benefícios topológicos a quem habita essas áreas. Essas vantagens são bastante diversificadas, podendo consistir, entre outros fatores, na presença de solos mais férteis, proximidade de fontes de água, topografia plana, abundância de alimentos, facilidade no uso dos rios como meio de transporte e produção de energia.

Portanto pode-se afirmar que a exposição de uma determinada população às inundações não indica necessariamente a existência de vulnerabilidade. Na verdade, o grau de vulnerabilidade perante as inundações está mais ligada à posição social da faixa da população atingida do que, propriamente, a sua exposição ao *hazard*. Quando possível, as populações expostas às inundações podem tomar diversas medidas adaptativas para mitigação do problema (WHITE, 1945), dentre as quais se destacam obras de aterramento e elevação do nível do solo; sistemas de proteção anti-inundações; medidas emergenciais; ajustes estruturais; adaptações no uso da terra e contratação de apólices de seguros.

Em respeito à última medida citada, salienta-se que através de consulta ao *website* da Superintendência de Seguros Privados¹⁶ (SUSEP) constatou-se que a maioria das companhias de seguros que operam no Brasil não incluem em seus planos de cobertura básica, ressarcimentos aos possíveis danos causados pelas águas das chuvas. Para utilizar-se desse benefício o segurado tem que solicitar, mediante pagamento de taxas complementares, um pacote de coberturas adicionais. O Guia de Orientação e defesa do Segurado da SUSEP classifica as inundações dentro de uma categoria chamada de “riscos excluídos”.

¹⁵ Expressão traduzida do termo inglês *known risks* utilizado por White (1945)

¹⁶ www.susep.gov.br – Acessado em 4 de julho de 2007

[...] os **riscos excluídos** são aqueles cujos prejuízos decorrentes **não serão indenizados pelo seguro, salvo se contratada cobertura específica**. Como exemplo, temos:

- Erupção vulcânica, **inundação** ou outra convulsão da natureza;
- Guerra interna ou externa, comoção civil, rebelião, insurreição, etc.
- Lucros cessantes e danos emergentes;
- Queimadas em zonas rurais;
- Roubo ou furto.

(SUPERINTENDÊNCIA DE SEGUROS PRIVADOS, 2006, p.19, Grifos do autor.)

6.2 - Problemas associados ao fenômeno

Em situações de *hazards*, como as inundações, há uma demanda natural da população por medidas que possam minimizar os efeitos e os riscos decorrentes. É essencial, sobretudo, que as populações atingidas tenham acesso a:

- Informações adequadas sobre o modo de agir.
- Distribuição de água tratada e alimentos em condições adequadas para consumo.
- Acesso aos serviços básicos de saúde.
- Garantias de segurança para que deixem suas casas.
- Distribuição de medicamentos conforme as necessidades.
- Transporte e abrigo em locais seguros.
- Informações sobre as reais dimensões do problema e desencadear dos fatos.

O poder público tem que estar devidamente aparelhado não somente para evitar que essas calamidades aconteçam, mas para tomar decisões rápidas e eficazes caso elas se concretizem, de maneira a diminuir os prejuízos e perdas de vidas.

Além dos danos diretos aos bens e patrimônios, as inundações também acarretam aumento dos riscos de contaminação por doenças infecciosas transmitidas por ingestão ou contato com águas contaminadas, como hepatite, leptospirose, diarreias causadas por bactérias (*Escherichia coli*, *Shigella*, *Salmonella*), febre tifóide, tétano e cólera. O acúmulo de água parada também facilita a reprodução dos mosquitos vetores de doenças como dengue, febre amarela e malária (CONDINI, 2001).

Doenças como leptospirose, hepatite, febre tifóide e diarreias bacterianas ocorrem mais comumente em áreas sem infra-estrutura adequada para o saneamento básico. Elas podem ser adquiridas pela ingestão de água e alimentos contaminados pelas inundações. A leptospirose também pode ser transmitida através do contato direto das pessoas com a água, lama e detritos contaminados trazidos pelas cheias¹⁷.

A leptospirose é causada pela bactéria *Leptospira interrogans*, que é eliminada através da urina de animais, sobretudo ratos que vivem dentro dos dutos de esgoto. Essa bactéria sobrevive somente no solo úmido e na água; por isso, as inundações facilitam o contato da bactéria com seres humanos. A *Leptospira interrogans* pode penetrar no organismo pela pele e mucosas quando há contato com água ou lama contaminadas. A infecção também pode ocorrer por ingestão direta, uma vez que as inundações podem atingir e contaminar os alimentos e a água de uso doméstico. As manifestações da doença aparecem entre 2 e 30 dias após a infecção e seus sintomas, no início da infecção, podem ser confundidos com casos de dengue .

Existem dois tipos de hepatite que podem ser transmitidas pelas águas contaminadas provenientes das inundações – classificadas como categorias A e E. A hepatite A é causada por um vírus e sua transmissão se dá pelas fezes contaminada, que podem infectar águas e alimentos em episódios de inundação. Essa infecção é muito comum em locais onde o saneamento básico é deficiente. Existe uma vacina contra essa doença, porém ainda é pouco utilizada devido a seu custo elevado. Já a hepatite do tipo E é menos presente no Brasil, sendo registradas somente ocorrências pontuais da doença, que também é uma infecção viral e tem transmissão e evolução semelhantes às da hepatite A.

A febre tifóide é uma grave infecção causada pela bactéria *Salmonella typhi*, que pode ser adquirida pela ingestão de água e alimentos contaminados. Durante as inundações não há risco significativo de epidemias, uma vez que para ocorrer infecção é necessária a ingestão de uma grande quantidade de bactérias, e essas quase sempre acabam sendo diluídas pela grande quantidade de água presente nas inundações. No entanto, pode haver a contaminação de poços com concentração de bactérias que atinjam o número de indivíduos suficiente para contaminar as pessoas que fazem uso dessa água. Existem algumas vacinas

¹⁷ Informações obtidas no *website* da Secretária de Saúde do estado do Rio de Janeiro: <http://www.saude.rj.gov.br/guia_sus_cidadao/pg_20.shtml> - acessado em 23 de maio de 2007

contra essa doença, no entanto nenhuma é totalmente eficaz, oferecendo somente proteção temporária.

O tétano é causado pelo contato da bactéria *Clostridium tetani* com ferimentos pré-existent na pele. Essa bactéria é comumente encontrada no solo, independentemente das condições atmosféricas. Porém, os detritos carregados pelos episódios de inundação podem ser indutores para a ocorrência de ferimentos. A prevenção dessa doença pode ser realizada através de campanhas de vacinação em massa.

7 - Santa Bárbara d'Oeste, SP – a área da pesquisa

Santa Bárbara d'Oeste está situada na Região Metropolitana de Campinas (RMC), distante 135 Km do município de São Paulo e 45 km de Campinas (Figura 5). Sua população é estimada em 188.500 habitantes¹⁸, sendo que 98,7% vivem na zona urbana. A economia local é baseada, sobretudo, nos setores sucroalcooleiro, têxtil e metalúrgico.

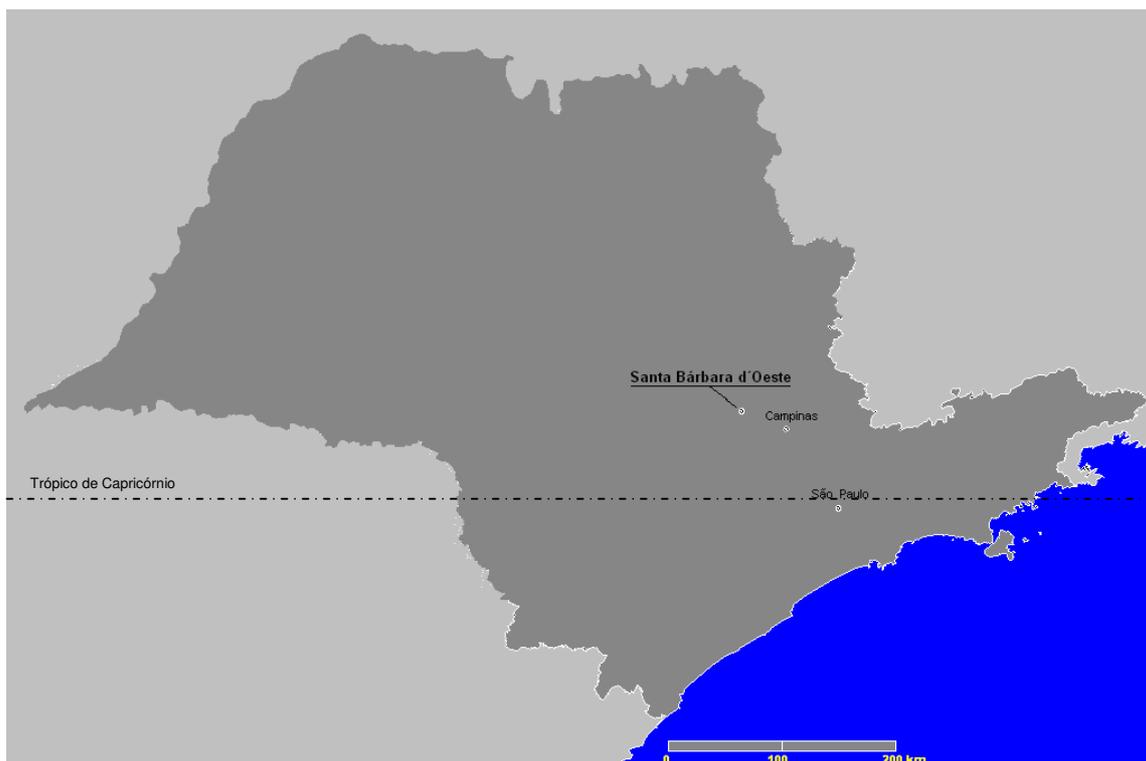


Figura 5: Localização do município de Santa Bárbara d'Oeste.

Elaboração cartográfica: Daniel Candido

¹⁸ Estimativa feita pelo IBGE para o ano de 2006

7.1 - Breve Histórico

A história de Santa Bárbara d'Oeste¹⁹ tem início na primeira metade do Século XVII, quando a Vila de São Carlos (atual Campinas), passou a ser ligada à Freguesia de Santo Antônio de Piracicaba por uma estrada de terra. Essa estrada acabou sendo vetor da colonização de novas terras à medida que revelou uma região banhada por numerosos corpos d'água e terras com aptidão agrícola para a cultura de cereais e cana-de-açúcar. Dona Margarida da Graça Martins adquiriu uma grande porção de terras ao longo dessa estrada, sendo a sua propriedade delimitada ao norte pelo Rio Piracicaba e a leste pelo Ribeirão Quilombo.

No ano de 1817, Dona Margarida²⁰ mudou-se para as suas terras, montando uma fazenda para fabricação de açúcar. Nesse mesmo ano, por enfrentar diversas tempestades, decidiu doar terras para a construção de uma capela, invocando a proteção de Santa Bárbara, que segundo a crença católica seria a santa que oferece proteção perante as intempéries. A capela foi erigida em 1918, sendo a partir de então considerado como ano da fundação da cidade.

Conforme a região foi sendo povoada, novos trabalhadores rurais chegavam ao local. Em 16 de abril de 1839, foi promovida à condição de Capela Curada passando a denominar-se Santa Bárbara dos Toledos, vinculado à Vila Nova da Constituição (atual Piracicaba) como um distrito. Em 18 de fevereiro de 1842 foi elevada a condição de freguesia pelo então Presidente da Província de São Paulo, Barão de Monte Alegre.

Em janeiro de 1844, a Freguesia de Santa Bárbara foi incorporada ao município de Campinas; porém, em 1846, foi novamente anexado ao município de Vila da Constituição.

A partir de 1867 as fazendas locais passaram a receber imigrantes provenientes do sul dos Estados Unidos da América, refugiados da Guerra Civil que assolava esse país. Juntamente com seus costumes e culturas, os norte-americanos também trouxeram novos

¹⁹ Histórico baseado em informações obtidas no guia da cidade de 1982 (PMSBO, 1982), e nos *websites*, www.santabarbara.sp.gov.br, http://www.nossosaopaulo.com.br/Reg_10/Reg10_SantaBarbara.htm e <http://www.santabarbara.sp.gov.br/cmемoria> (acessados em 26 de abril de 2007).

²⁰ Dona Margarida da Graça Martins decidiu colonizar as suas terras após a morte de seu marido em 1815. Com isso Santa Bárbara passou a ser considerada a única cidade do país fundada por uma mulher, fato peculiar considerando-se o conservadorismo da sociedade da época.

métodos e técnicas agrícolas, contribuindo para o progresso agrícola, gerando um novo movimento migratório em direção aos campos do município.

Em seguida, colonos de origem européia, principalmente italianos, também se estabeleceram no local. Devido à intensa atividade agrícola praticada, alguns imigrantes europeus montaram oficinas visando a fabricação e manutenção de implementos agrícolas. Essas instalações deram origem às primeiras indústrias do município.

Em 15 de junho de 1869, foi editada uma lei Provincial, criando o município de Santa Bárbara, que assim se desmembrava de Piracicaba. Com essa autonomia, a economia rural local ganhou impulso, fazendo com que novas instalações agrícolas surgissem no município.

Em 1875, a população de imigrantes oriundos dos EUA aumentou e estes decidiram fundar um vilarejo, que ficou conhecido como *Villa Americana*. Com o passar do tempo esse povoado, situado na área rural de Santa Bárbara, expandiu-se e acabou requerendo emancipação política, dando origem à cidade de Americana.

A indústria açucareira tomou grande impulso no final do século XIX com o aumento na demanda desse produto. Nessa época foram instaladas grandes usinas de processamento de cana-de-açúcar no município, dentre as quais destacam-se a Usina de Cillo e a Usina Santa Bárbara (atualmente desativadas). Por conseguinte, a partir do início do século XX, diante da possibilidade de vendas de seus produtos aos grandes produtores rurais, diversas indústrias de implementos agrícolas instalaram-se no município. Nos anos subseqüentes várias indústrias têxteis surgiram nas redondezas aproveitando a disponibilidade de maquinaria e mão de obra capacitada.

Apesar de estar situada na porção leste do estado de São Paulo, em 1944 Santa Bárbara teve o sufixo "**d'Oeste**" acrescentado em sua denominação oficial. Essa alteração ocorreu para diferenciá-la de outras cidades homônimas. O fato de o município estar a oeste tanto da capital paulista, como da capital federal – na época a cidade do Rio de Janeiro – justificou a adoção desse nome.

7.2 - Demografia e expansão urbana

A partir de 1970 o processo de industrialização sofreu intensificação em todo o território brasileiro. No estado de São Paulo, esse processo foi acompanhado por uma amplificação do processo de urbanização, ocorrida tanto na capital, bem como no interior. Com isso, a região de Campinas acabou sofrendo grande expansão econômica e populacional, consolidando-se como a mais importante região econômica do interior do estado (NEGRI, 1992).

Tabela 04- Evolução da população no município

Ano	População residente no município
1970	31.018
1980	76.621
1991	145.266
1996	161.060
2000	169.735
2006	188.500

(Fonte: IBGE – Organizado por Daniel H. Candido)

A exemplo de várias cidades da Região Metropolitana de Campinas, Santa Bárbara também vem presenciando um crescimento acelerado de sua população nas últimas décadas (Tabela 04), com percentuais de crescimento superiores à média estadual no período compreendido entre 1970/1996 (Tabela 05). Santos (1994) aponta que o município apresentou o terceiro maior percentual de crescimento demográfico do interior do estado de São Paulo no período compreendido entre 1980 e 1991, fenômeno atribuído a intensa migração interna originada, sobretudo, de cidades do oeste paulista, Minas Gerais e interior do Paraná. Esse elevado crescimento, que pode ser visualizado na Figura 06, acabou estimulando o surgimento de novos zoneamentos residenciais e industriais, muitas vezes criados sem o planejamento adequado, e sem conformidade com as normas determinadas pela legislação ambiental vigente (FONSECA *et al.*, 2002).

Tabela 05 - Taxa anual de crescimento

Taxa anual de crescimento (% ao ano)		
Período	Santa Bárbara	Estado de SP
1970/1980	9,45	3,63
1980/1991	5,99	2,01
1991/1996	2,04	1,55
1996/2000	1,32	2,03

(adaptado de FONSECA *et al.*, 2002)

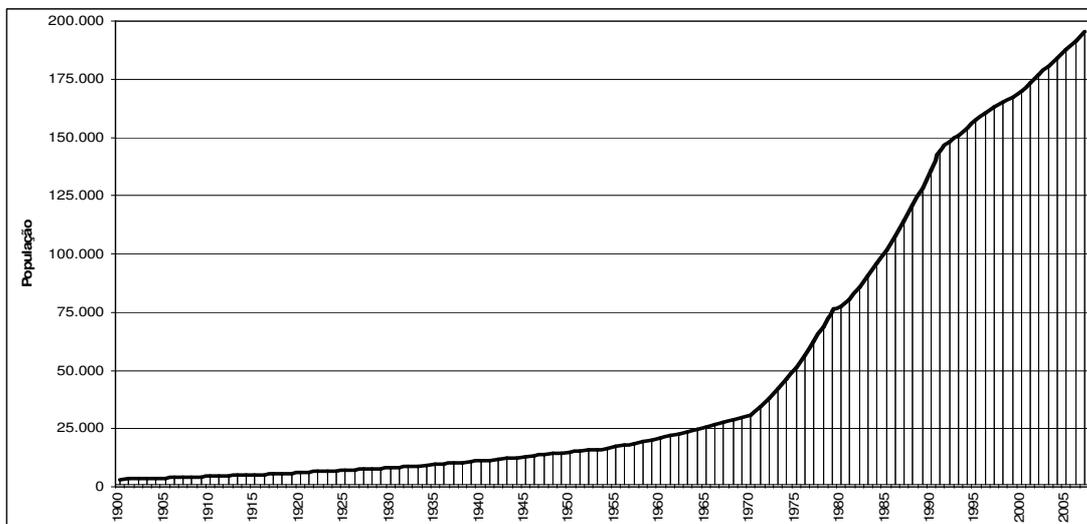


Figura 06: Incremento da população de Santa Bárbara d'Oeste desde o ano de 1900

Os quatro mapas da Figura 07 exibem como se deu o crescimento da mancha urbana do município desde o ano de 1900 até os dias atuais. No primeiro ano considerado, a população do município era pequena, assim como sua área urbana, que ocupava somente 0,35 km². Em 1960, a mancha urbana, media 2,3 km², sendo sensivelmente maior que a obtida no registro anterior. Este, porém, foi um crescimento modesto, considerando a lacuna superior a meio século existente entre essas duas informações.

Já a partir da década de 1980, observou-se um crescimento surpreendente, com o início do surgimento de áreas de conurbação com o município de Americana, na Zona Leste da cidade. Nesse ponto, a população era de 115.000 habitantes. A cidade apresentava grande incremento da taxa de urbanização, sendo que mais de 75% da população vivia dentro dos 13,6 km² de área urbana.

Atualmente, a mancha urbana do município ocupa 52,1 km². Considerando apenas a população que habita a área urbana, os valores de densidade demográfica ficam próximos a 3.600 habitantes/km², o que fornece indícios da imensidão dos impactos gerados pelo uso e ocupação da terra no local.

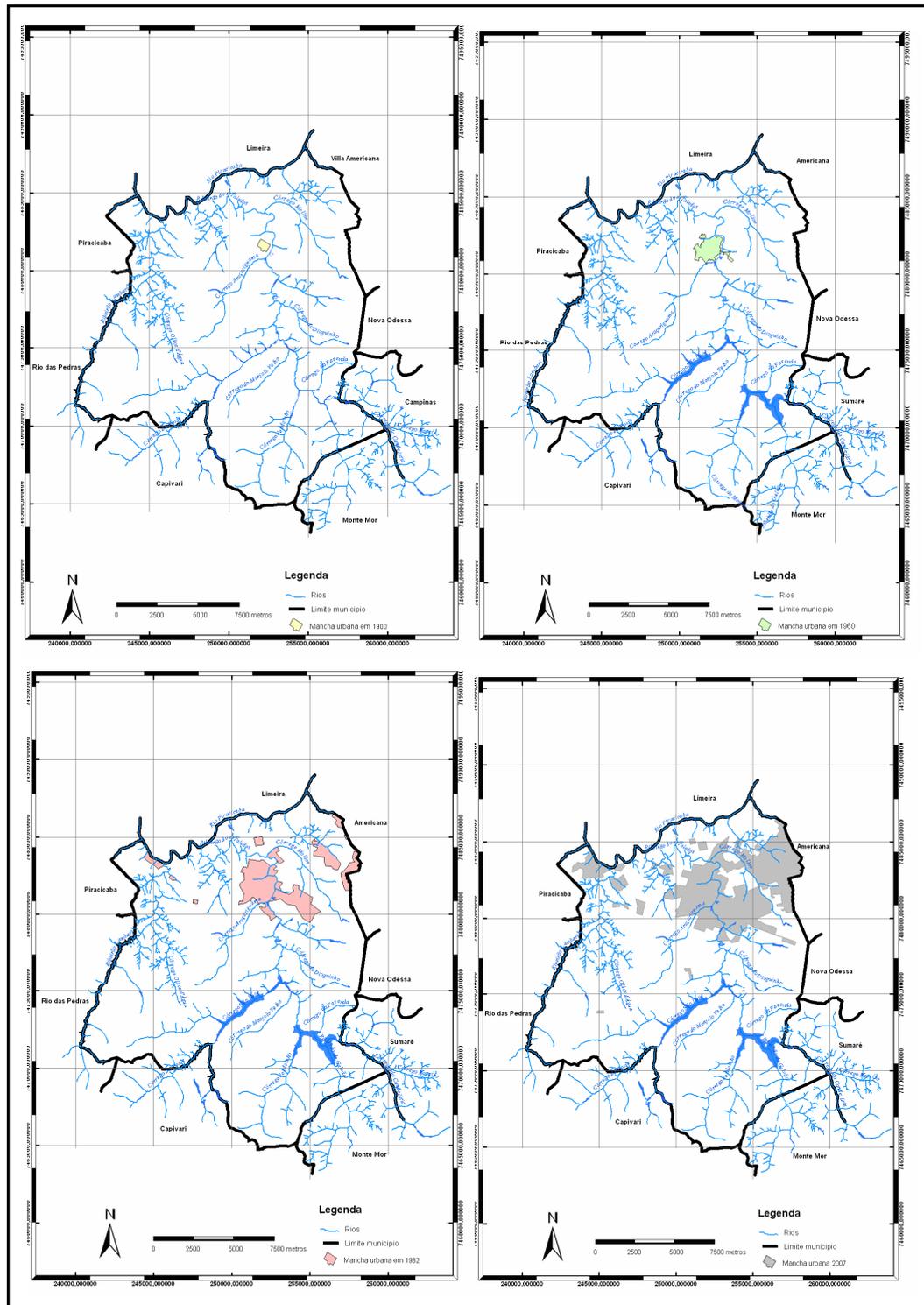


Figura 07 – Expansão da mancha urbana de Santa Bárbara d'Oeste - Período de 1900 – 2007

Fontes: Carta topográfica 1:50.000 – IBGE
 e imagens dos satélites LANDSAT3, CBERS2 e Ikonos
 Elaboração cartográfica: Daniel H. Candido

Uma das conseqüências mais desastrosas da expansão semidescontrolada que vem ocorrendo no município é o aumento da impermeabilização do solo e alteração do micro clima local, que juntos acarretam um aumento da ocorrência de enchentes e inundações. Mais uma vez, enfatiza-se que estes consistem em fenômenos naturais, capazes de agir independentemente da ação humana; porém, o desenvolvimento e a expansão das sociedades provocam alterações climático-ambientais capazes de induzirem alteração nas escalas temporo-espaciais da ocorrência de tais episódios. (TOBIN e MONTZ, 1997; TARIFA e AZEVEDO, 2001; MONTEIRO, 2003).

Alerta-se que áreas cada vez maiores estão sofrendo os efeitos da impermeabilização dos solos, alteração do albedo local, mudanças nos fluxos atmosféricos e de outros parâmetros ambientais (SALA, 2003), fatores que contribuem com a elevação na incidência de inundações (GONDIN FILHO e MEDEIROS, 2004).

Em estudo que investigou a distribuição dos eventos extremos de precipitação na Região Metropolitana de Campinas, Vicente (2005, p.3) afirma que:

Um dos pontos cruciais para a diminuição da vulnerabilidade humana frente aos eventos climáticos extremos é [...] 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.

Os processos deflagrados por esses eventos extremos afetam diretamente as atividades desenvolvidas pela população atingida. Pode-se então afirmar que o entendimento da dinâmica climática, aliado ao conhecimento das características físicas da superfície, apresenta extrema valia para a compreensão de alguns aspectos sociais locais.

8 - Aspectos climáticos do município

Santa Bárbara d'Oeste encontra-se a 22° 45' de latitude sul, estando portanto em um local de transição do ponto de vista zonal, ou seja, situa-se em área tropical, mas já nas proximidades da zona subtropical. Devido a essa localização, o clima da área é regido predominantemente pela atuação das massas Tropical Atlântica (Ta) e, sobretudo, pela Polar Atlântica (Pa) que, ainda que presente em menor número de dias em relação aos sistemas tropicais, comanda o ritmo climático no local (MONTEIRO, 1973).

Durante o verão, a ocorrência de eventos pluviométricos intensos, com gênese convectiva, são mais comuns, devido à intensa radiação e presença de umidade; porém, os sistemas extratropicais também têm sua parcela de contribuição na gênese de chuvas, sendo de ocorrência comum ao longo de todo o ano (SETZER, 1946; CHRISTOFOLETTI e FEDERICI, 1972; MONTEIRO, 1973; NIMER, 1979).

Analisando uma série de dados do município de Campinas para um período de 35 anos (1956-1990), Nunes (1997) observou que quase 40% das precipitações ocorrem no verão (75% considerando primavera-verão). Portanto, devemos esperar que as inundações sejam freqüentes nesse período. Todavia, acontecem episódios de precipitação bastante intensos em outras épocas do ano, ainda que com menores freqüências.

A presença de elevada urbanização pode influenciar diretamente os montantes precipitados sobre a cidade e suas áreas adjacentes. Lutgens e Tarbuck (1998) destacam que vários fatores podem explicar o motivo de ser empiricamente perceptível um aumento nos totais de precipitação nas proximidades dos complexos urbanos:

- As ilhas de calor geradas criam correntes de convecção que aumentam a instabilidade atmosférica, originando nuvens durante sua ascensão. Vários estudos demonstram que o fenômeno das ilhas de calor também está presente nas médias cidades (ATKINSON e GADD, 1986; AMORIM, 2000; MENDONÇA, 2000), podendo acarretar em alterações nos totais precipitados e no aumento da incidência de tempestades sobre a área de estudo.
- Nuvens podem ser modificadas e intensificadas devido à adição de núcleos de condensação provenientes de descargas industriais e veículos automotores.

- Um dos reflexos das derivações antropogênicas consiste na intensificação dos movimentos verticais das parcelas de ar que circulam sobre as áreas urbanas. Além disso, a irregularidade da superfície dificulta o progresso dos sistemas atmosféricos, fazendo com que as chuvas permaneçam sobre essas áreas por um período maior, aumentando assim os montantes pluviométricos locais.

A estação meteorológica da ESALQ/USP foi utilizada como parâmetro para coleta dos dados de temperatura, tendo em vista a qualidade e longa série temporal, além da proximidade com o município de Santa Bárbara d'Oeste²¹. A Figura 08-A exibe a variação mensal das temperaturas médias²² ao longo do período compreendido entre janeiro de 1975 e dezembro de 2006.

Analisando as linhas referentes à média das temperaturas máximas e à média geral, pode-se notar que não existe nenhuma tendência clara de elevação da temperatura local ao longo desses 31 anos. As médias das temperaturas mínimas sofreram ligeira elevação após 1990. Tal tendência provavelmente consiste em um reflexo do avanço da urbanização da cidade de Piracicaba em direção à estação meteorológica que captura esses dados, alterando os fluxos atmosféricos e, conseqüentemente, o micro-clima local.

As anomalias positivas e negativas estão distribuídas de forma relativamente homogênea por todo o período, sem a observação de uma concentração em determinadas épocas, o que reforça a hipótese de que a expansão da malha urbana esteja causando tal alteração.

A Figura 08-A permite a observação da existência de certa definição sazonal na distribuição temperaturas, o que pode ser reforçado pela observação da Figura 08-B, que exibe a radiação global média captada pelo radiômetro dessa estação.

A observação desses dados também permite concluir que a variação interanual das médias de temperatura locais está intimamente ligada a incidência de radiação. Períodos

²¹ Essa estação está situada a 20 quilômetros de Santa Bárbara em local de altitude e relevo bastante similares aos observados no município estudado.

²² Foram utilizados três valores para elaboração desse gráfico: média das temperaturas máximas, que compreende o valor médio apresentado utilizando-se a somatória de todos os valores máximos diários registrados ao longo do período de um mês; média das temperaturas mínimas, que é elaborado pelo mesmo processo, porém trocando-se a somatória das temperaturas máximas pelas mínimas registradas; e a temperatura média geral, que consiste em uma média mensal das temperaturas registradas ao longo dos dias que compõem o mês em questão. Salienta-se que a temperatura média anual do local foi calculada em 21,5°C.

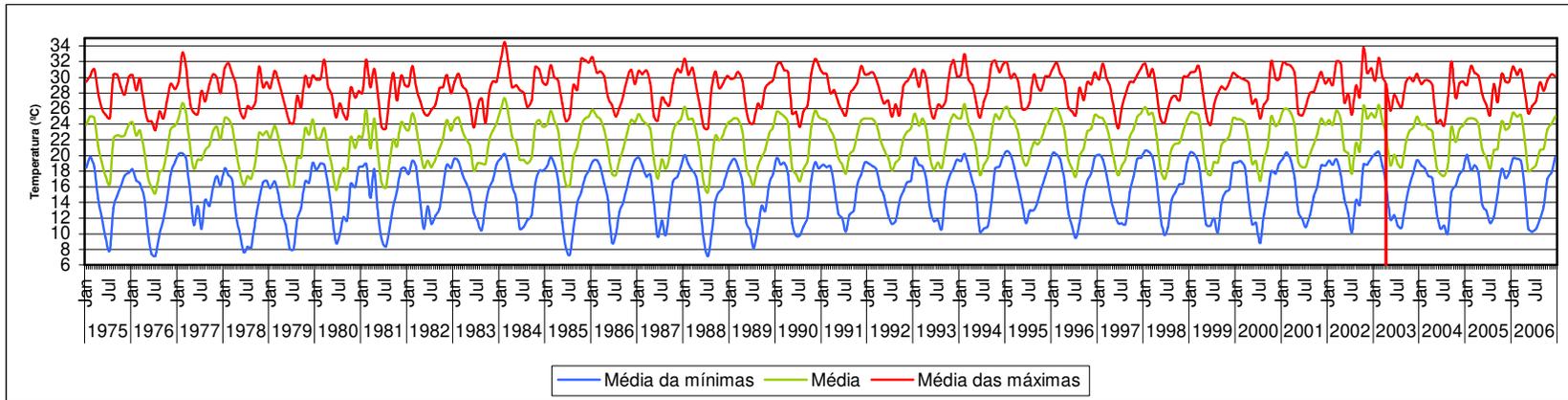
com maiores índices radiométricos também consistem nos anos que apresentaram médias termais mais elevadas (e.g. verão entre 1983/1984); o oposto também é válido: invernos mais frios ocorrem nos anos que apresentam maiores períodos de baixa incidência solar (e.g. outono/inverno de 1979; inverno de 1989; ou ainda inverno de 1999).

A Figura 09 mostra que, quando se analisa os dados referentes ao conjunto de todas as temperaturas médias mensais, existe uma elevação na temperatura registrada pelos termômetros da estação. Isso se deve, sobretudo, à redução nas médias das temperaturas mínimas. Como discutido anteriormente, esse aspecto pode consistir em um reflexo da formação local de ilhas de calor em função da industrialização, crescimento urbano e conseqüente aumento populacional.

A busca por um possível padrão de elevação da temperatura local é necessária, tendo em vista que é notória a relação entre a capacidade da atmosfera em reter vapor d'água e a variação térmica. Quanto maior a temperatura, mais água em estado gasoso pode estar presente no ar atmosférico sem que este atinja seu ponto de saturação (PAGNEY, 1973; ATKINSON e GADD, 1986; DEMILLO, 1998; LUTGENS e TARBUCK, 1998).

Portanto, de modo geral, quanto mais aquecida a atmosfera, maior a possibilidade de ocorrerem eventos extremos de precipitação. Essa regra, porém, não pode ser aplicada aos meses de inverno, quando sistemas frontais estão associados a ocorrência de elevados montantes pluviométricos acompanhados de queda acentuada na temperatura.

A quantidade de energia disponível (radiação global) pode, também, ser um indicativo para o possível surgimento de tempestades severas, tendo em vista que estudos recentes apontam a ocorrência de episódios de tornados na região onde se situa a cidade (HELD *et al.*, 2006; MARCELINO, 2003; NUNES *et al.*, 2007 [inédito];). Tais eventos normalmente se apresentam associados a sistemas convectivos e/ou frontais, com potencial para também deflagrarem inundações.



F

figura 08-A - Média das temperaturas mínimas, média geral e média das temperaturas máximas.

Fonte: ESALQ-USP - Elaborado por Daniel H. Candido

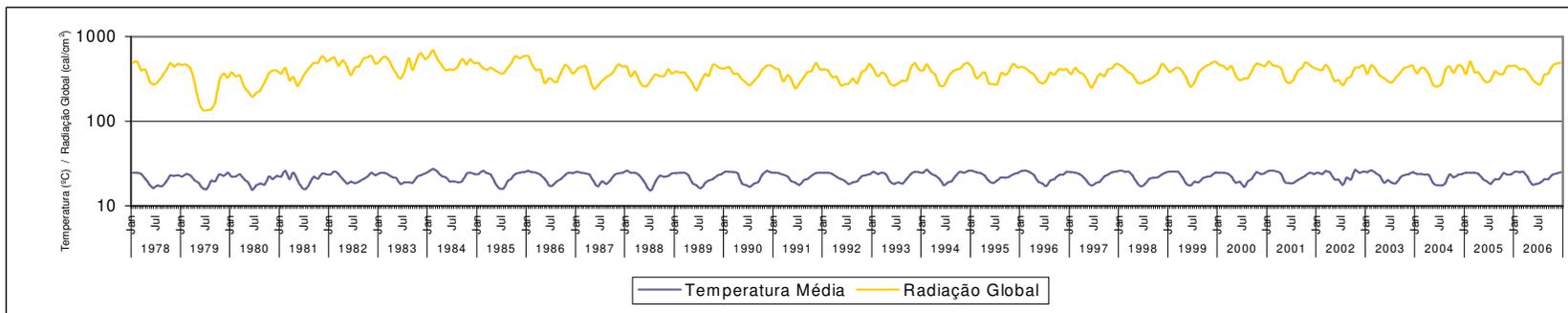


Figura 08-B - Temperatura média e radiação global. Para facilitar a visualização da similaridade entre esses dois dados optou-se pela adoção de uma escala logarítmica para o eixo Y, que exhibe tanto as temperaturas em graus Celsius (no caso de se estar visualizando a linha referente a temperatura média), bem como a radiação que chega ao solo (no caso de se estar visualizando a linha referente a radiação global).

Fonte: ESALQ-USP - Elaborado por Daniel H. Candido

8.1 - Temperaturas médias e pluviosidade

Ao longo do período analisado foi possível capturar elementos que demonstram a grande variação da precipitação intra-anual da área. Observa-se, igualmente, variação significativa nos valores extremos de temperatura. Isso é um reflexo da sua posição latitudinal, que faz com que o município esteja em uma área de transição com grandes contrastes climáticos.

A Figura 09 mostra os dados de temperatura coletados após a primeira metade da década de 1970, reforçando o que foi exposto anteriormente quanto à indução de incremento na temperatura média pelo avanço da urbanização ocorrido, sobretudo, nas décadas de 1980 e 1990.

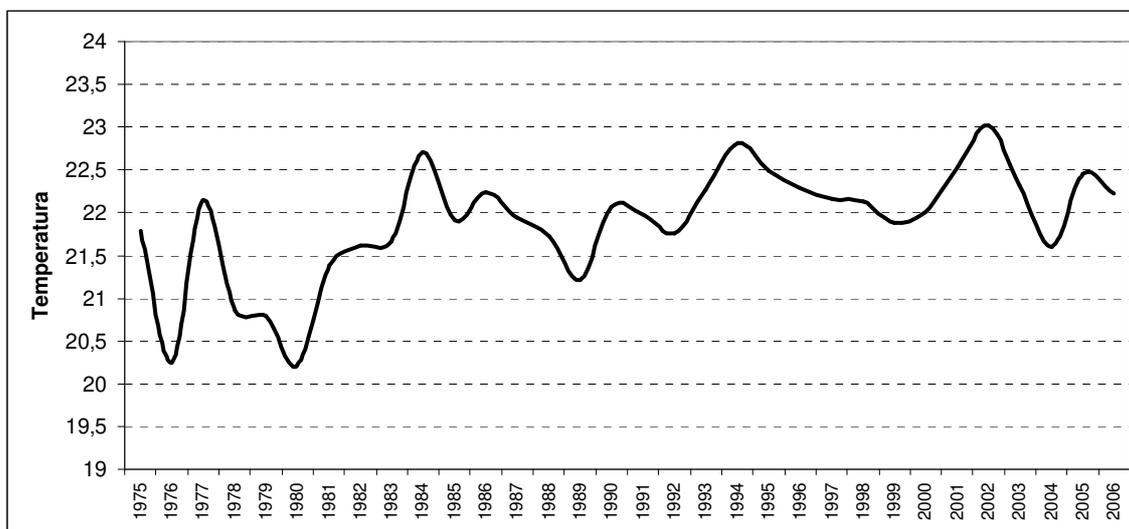


Figura 09 - Temperatura média anual no período compreendido entre 1975 – 2006.

Quanto à pluviometria, analisaram-se os dados obtidos ao longo de um período de 50 anos compreendido entre 1953 a 2002. Tais informações foram analisadas e consistidas, tornando possível a execução de cálculos estatísticos que possibilitaram a determinação de valores que serviram como base para a elaboração dos gráficos apresentados. A precipitação média anual para esse período foi de 1470 milímetros, sendo que se observou uma variação relativamente alta na distribuição desses valores, os quais tiveram como extremos o máximo de 2431 mm em 1965 e o mínimo de 869 mm, em 1968 (Tabela 06).

Tabela 06 - Registros históricos de temperatura e precipitação.

Temperatura média:	21,5°C
Temperatura máxima:	40,2°C (novembro de 1985)
Temperatura mínima:	-2,6°C (agosto de 1955)
Precipitação média:	1468 mm
Precipitação máxima:	2431 mm (1965)
Precipitação mínima:	869 mm (1968)
Dias com chuva (média):	101 dias

Fonte: DAEE

Organizado por Daniel H. Candido

O climograma do município (Figura 10) mostra a existência de uma estação mais seca, com período de estiagem coincidindo com os meses mais frios. Em contrapartida, o período mais quente apresenta maiores alturas pluviométricas. Porém, como pode ser observado na Figura 11, o simples fato de um mês apresentar temperatura média mais elevada não significa necessariamente que ele registre maior precipitação.

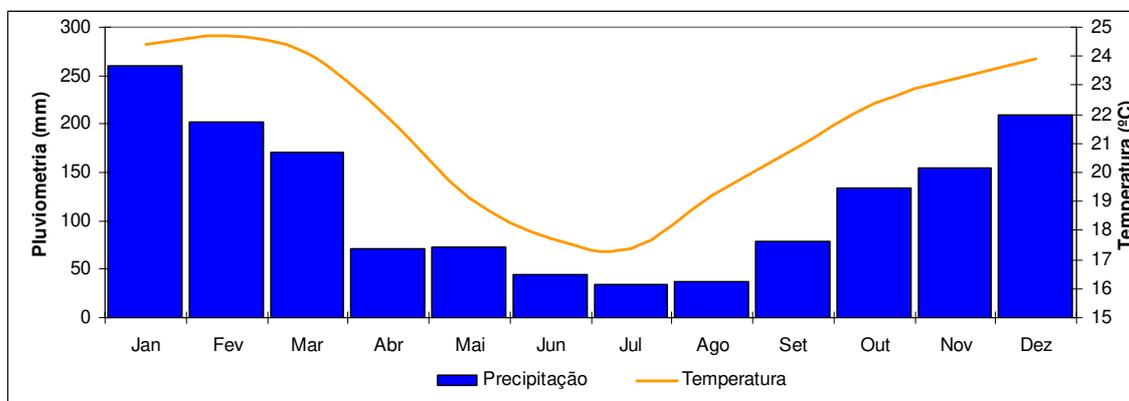


Figura 10 - Climograma de Santa Bárbara d'Oeste.

Fonte: DAEE e ESALQ/USP

Elaborado por Daniel H. Candido

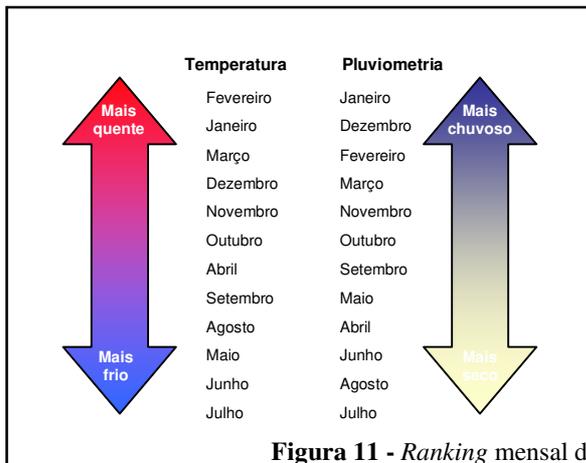


Figura 11 - Ranking mensal da temperatura e pluviometria.

Elaborado por Daniel H. Candido

É possível notar que os números médios de dias chuvosos em cada mês é proporcional à pluviometria do mesmo período, sendo que quando se elabora um gráfico contendo simultaneamente os dois elementos obtêm-se distribuições bastante semelhantes (Figura 12). Alguns anos fugiram desse padrão e registraram precipitações temporalmente mais concentradas, com a ocorrência de maiores volumes em menor número de dias.

A análise da distribuição mensal permite a busca por um padrão na precipitação e verificar se está ocorrendo alguma modificação nesses aspectos, possibilitando realizar inferências sobre a possibilidade de um aumento na ocorrência de eventos que possam deflagrar inundações.

Há uma pequena tendência de incremento dos montantes de precipitação nos anos recentes, fato que se torna evidente pela observação dos dados transpostos no gráfico da Figura 13. Esse aspecto possivelmente decorre do aumento da urbanização.

É possível dizer que tem havido um incremento na precipitação sobre áreas metropolitanas em comparação a áreas menos densamente povoadas e industrializadas (LANDSBERG, 2006 p.101)

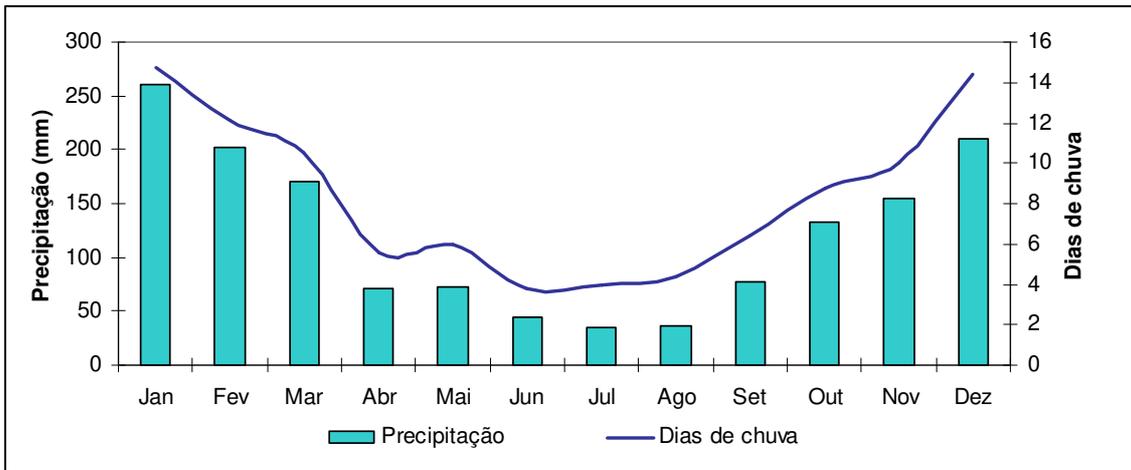


Figura 12 - Média dos números de dias chuvosos e precipitação mensal.

Elaborado por Daniel H. Candido

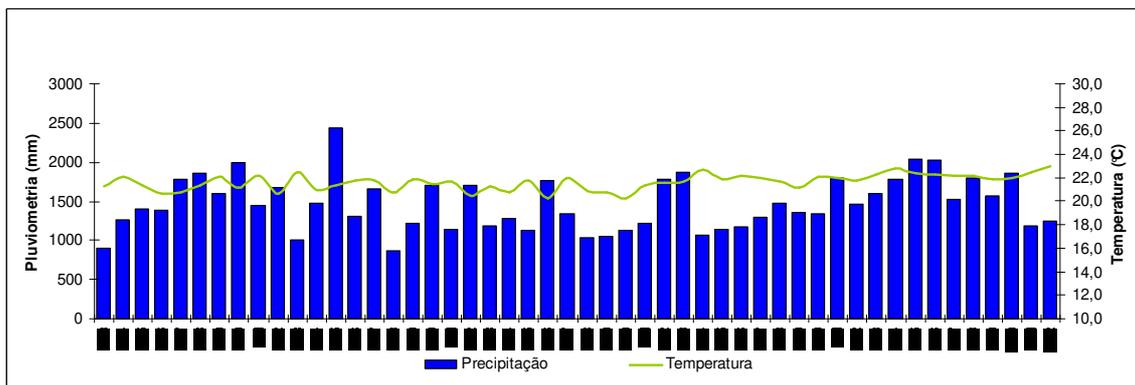


Figura 13 - Precipitação e temperatura média anual para o período 1953 - 2002.

Elaborado por Daniel H. Candido

A Figura 14 mostra que a partir da década de 1980 há uma tendência no aumento das ocorrências de eventos com potencial para promover inundações. Essa tendência fica ainda mais nítida quando se observam os dados referentes aos valores médios dos dez anos anteriores. Pela média é possível notar que houve uma concentração de eventos a partir da segunda metade da década de 1990, o que indica uma distribuição mais irregular da precipitação nesse período.

Destaca-se que essa figura indica o total de meses que registraram ao menos um evento extremo de precipitação, desconsiderando eventuais ocorrências reincidentes dentro do mesmo mês.

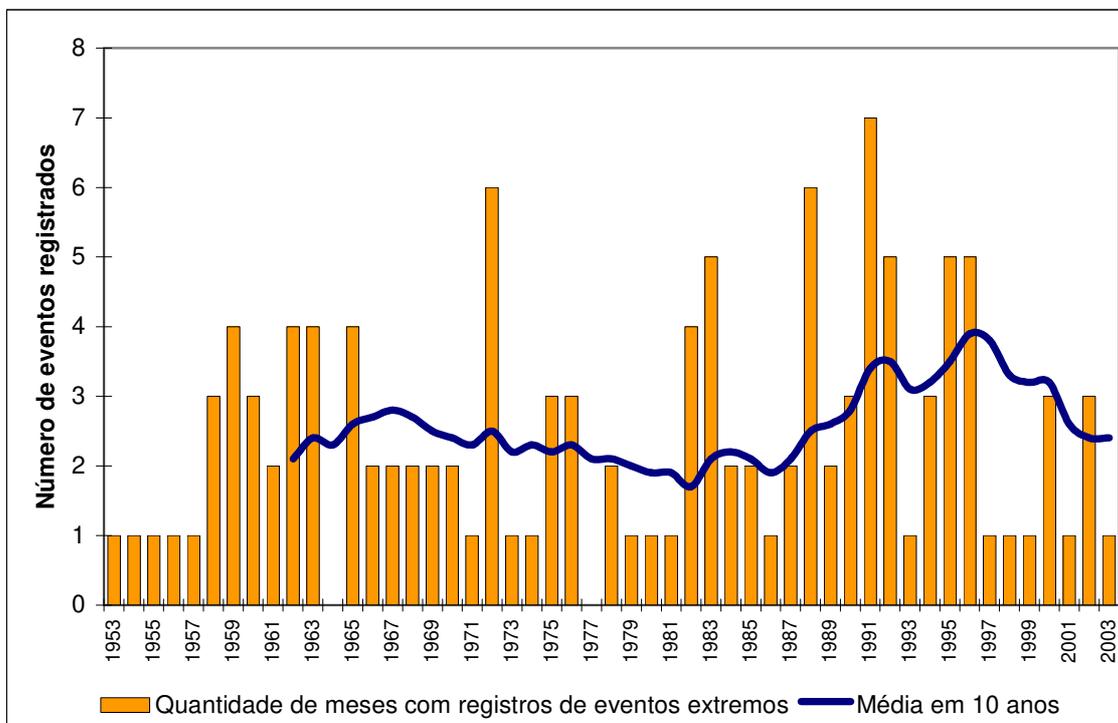


Figura 14 – Distribuição anual dos eventos extremos de precipitação e média móvel de 10 anos.

Elaborado por Daniel H. Candido

O município apresenta, em média, 101 dias com chuva por ano²³, o que significa que 27% dos dias apresentam alguma precipitação atmosférica. Porém, como pode ser visto na Figura 15 esse valor sofre intensa variação interanual, indo de apenas 59 dias (16%) em 1963 para significativos 145 dias (40%) em 1983. Nota-se que esse valor sofre elevação nos anos recentes, sobretudo após a décadas de 1980, acompanhando o aumento dos montantes pluviométricos, aspecto também observado por Landsberg (2006) em outras cidades pertencentes a regiões densamente urbanizadas, como Budapeste, Munique, Nüremberg e Praga, sendo que esse autor atribuiu à urbanização a responsabilidade por tal elevação, tendo em vista a ampla gama de elementos alterados pelos elementos presentes nas áreas urbanas (e.g. prédios, asfalto etc).

²³

Valor calculado com base nos registros obtidos durante os últimos 30 anos.

É interessante observar que os três anos com maiores valores em referência ao número de dias chuvosos foram aqueles com registro de El Niño, fenômeno global que sabidamente influencia a área. O ano de 1963, por sua vez, também sofreu influência de processos de grande escala.

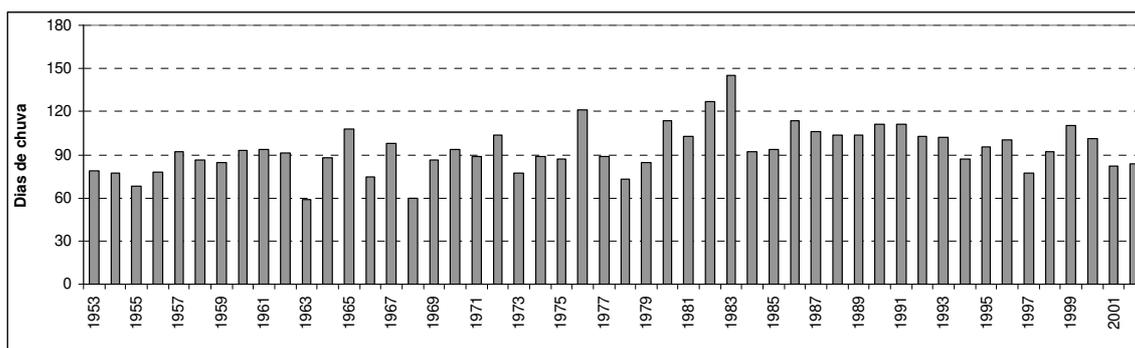


Figura 15 – Número de dias com chuva por ano.

Elaborado por Daniel H. Candido

A Tabela 07 exhibe dados referentes à precipitação, obtidos a partir de três postos pluviométricos instalados no município, referentes ao período de 30 anos compreendido entre 1970 a 1999 (CANDIDO, 2003). Os valores revelam uma clara predominância da incidência de chuvas no período compreendido entre dezembro e fevereiro, meses que respondem por quase metade do total observado anualmente. No entanto, é importante ressaltar que tal aspecto não indica que não se registraram precipitações capazes de causar inundações nos demais períodos, pois tais dados correspondem apenas à média sazonal. O nível diário é fundamental para esse estudo, pois revela a intensidade da precipitação, fato relevante para a deflagração de inundações.

Tabela 07 - Dados sazonais obtidos em três postos pluviométricos do município a ser estudado .

Fonte: CANDIDO, 2003

Verão	Outono	Inverno	Primavera	Média anual
588,8	300,8	128,7	351,2	1369,6
627,0	295,4	127,5	358,5	1408,4
612,5	334,1	126,2	371,2	1444,0

Um levantamento executado com base nos dados obtidos junto aos mesmos três postos pluviométricos indicaram que, atualmente, há uma tendência de elevação nos eventos de precipitação considerados extremos. A Tabela 08 mostra a distribuição temporal desses eventos, sendo que uma precipitação superior a 50 milímetros em um período de 24 horas pode ser considerada como extrema nas cidades da Região Metropolitana de Campinas, conforme metodologia adotada por Vicente (2005, p. 42-43):

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 a 50,0mm/24h como precipitações potencialmente deflagradoras de impacto.

Os dados agrupados na Tabela 02 apontam a existência de uma tendência de concentração dos eventos extremos após a década de 1980. A linha tracejada em vermelho representa a metade do período, facilitando a visualização dessa informação, que provavelmente indica um impacto decorrente do avanço da urbanização no local, induzindo a formação de nuvens mais densas, originando assim condições para a ocorrência de montantes maiores de precipitação.

Destaca-se que tal aspecto certamente exerce influência no regime hídrico dos canais fluviais das proximidades das áreas urbanizadas, o que acarreta em aumento da suscetibilidade à inundação de certos locais, sobretudo as áreas mais rebaixadas, próximas as margens dos rios, que já apresentam propensão natural a essas ocorrências.

Tabela 08 - Meses onde foi registrado ao menos um evento extremo de precipitação (em azul).

Fonte: DAEE – organizado por Daniel H. Candido.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1953	■											
1954										■		
1955												■
1956												■
1957	■	■										
1958		■	■						■			
1959		■	■	■					■	■	■	■
1960	■	■	■							■	■	■
1961		■	■	■							■	
1962	■	■	■	■								■
1963	■	■	■							■	■	
1964												
1965			■	■	■				■			■
1966	■	■	■									■
1967	■					■	■					
1968			■								■	■
1969		■	■							■		
1970					■							
1971										■	■	
1972	■	■	■			■	■			■	■	■
1973											■	
1974						■	■					
1975		■	■								■	■
1976	■	■			■	■	■					
1977												
1978											■	■
1979					■							
1980						■	■					
1981										■	■	
1982	■	■	■	■		■	■				■	■
1983		■	■	■	■	■			■			
1984	■	■	■						■			■
1985	■	■	■	■								
1986			■									
1987			■							■		
1988	■	■	■	■						■		■
1989		■	■			■	■				■	■
1990	■	■	■	■			■				■	■
1991	■	■	■	■					■	■	■	■
1992	■	■	■	■					■	■	■	■
1993					■						■	
1994	■	■	■								■	■
1995	■	■	■	■					■	■		
1996	■	■	■						■	■		
1997	■	■	■			■						
1998	■	■	■			■						■
1999	■	■	■								■	■
2000	■	■	■	■							■	■
2001										■	■	
2002	■		■								■	
2003	■											■

8.2 - Variações mensais da precipitação e temperatura

Na escala anual não é possível visualizar a existência de alguma relação direta entre temperatura e precipitação. Esse aspecto somente é perceptível em alguns meses do ano. Diante desse quadro, optou-se pela abordagem das variações mensais.

Conforme exposto nos próximos itens desse capítulo, janeiro, dezembro, fevereiro, março e outubro são, respectivamente, os meses mais críticos no que se refere à ocorrência de precipitação com potencial para deflagrar inundações na área urbana. Nesse período os órgãos de defesa civil devem ficar de prontidão para a realização de atendimentos em casos de urgência.

8.2.1 - Janeiro

Tabela 09 - Registros históricos de temperatura e precipitação referentes ao mês de janeiro.

Temperatura média:	24,4°C
Temperatura máxima:	36,9°C (1984)
Temperatura mínima:	10,2 °C (1960)
Precipitação média:	242 mm
Precipitação máxima:	526 mm (1999)
Precipitação mínima:	90 mm (1956)
Dias com chuva (média):	15 dias

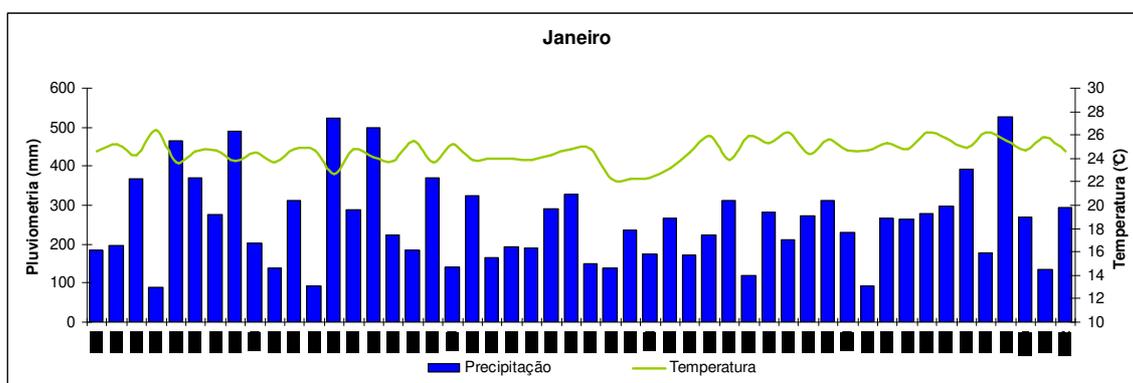


Figura 16 - Precipitação e temperatura média de Janeiro.

Analisando as médias gerais (Tabela 09) pode-se afirmar que janeiro é o mês mais chuvoso do ano, tanto quando se considera a pluviometria, bem como quando se examina o número de dias com chuva. Em um estudo que abordou as precipitações na cidade de Campinas, Pezzopane *et al.* (1995) afirmaram que

No mês janeiro, há uma maior intensidade e frequência das chuvas entre as 13:00 e as 24:00 horas [...], com predominância de chuvas de origem convectiva. Nessa época as precipitações pluviais apresentam valores totais extremos às 18:00 horas, e maior frequência às 20:00 horas.

(PEZZOPANE *et al.*, 1995 p.72)

Dada a variabilidade das condições atmosféricas e a origem convectiva das chuvas ocorridas nesse mês, não existe um padrão facilmente observável na distribuição das intempéries (Figura 16), pois a variação dos valores registrados é intensa mesmo quando se analisa anos contíguos. Entretanto, uma análise mais cuidadosa – comparando os gráficos exibidos nas Figuras 15 e 16 - revela que quase todos os anos quando a precipitação de janeiro foi superior a 400 mm houve alto número de dias com chuva. O oposto, porém, não é válido, tendo em vista que grande parte dos anos com baixa precipitação em janeiro tiveram elevada frequência de dias de chuva. Isso indica que, nesses casos, existiu uma distribuição melhor da precipitação ao longo do mês.

Registros históricos apontam que a temperatura variou entre 36,9°C, no ano de 1984, a 10,2°C, em 1960. A média desse mês é elevada, situando-se em torno de 24,4°C. A análise conjunta à pluviometria não revela a existência de um relacionamento direto entre temperaturas e ocorrência de chuvas para esse período.

8.2.2 - Fevereiro

Tabela 10 - Registros históricos de temperatura e precipitação referentes ao mês de fevereiro.

Temperatura média:	24,7°C
Temperatura máxima:	38,5°C (1955)
Temperatura mínima:	11,4 °C (1926)
Precipitação média:	202 mm
Precipitação máxima:	625 mm (1995)
Precipitação mínima:	15 mm (1977)
Dias com chuva (média):	12 dias

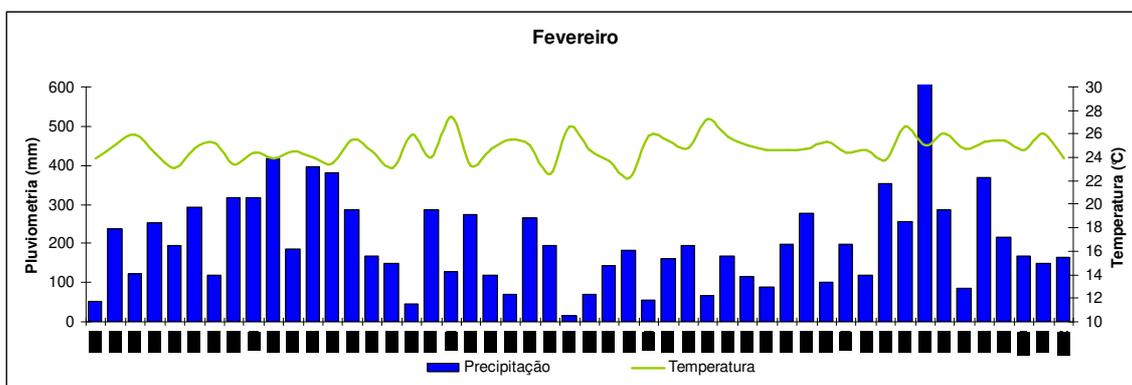


Figura 17- Precipitação e temperatura média de fevereiro.

Fevereiro é o mês que normalmente apresenta as maiores temperaturas médias do ano, aspecto que influencia a ocorrência de elevados valores pluviométricos (Tabela 10). Precipitações concentradas em curtos intervalos de tempo são relativamente comuns nessa época do ano, sendo que, em média, 12 dias desse mês registram ocorrência de ao menos um evento de precipitação.

Embora os condicionantes atmosféricos atuantes em fevereiro sejam semelhantes aos observados em janeiro, os valores alteram-se de forma menos abrupta, seguindo certo padrão de oscilação, no qual a pluviosidade está diretamente relacionada à temperatura média mensal. A análise da Figura 17 revela que os meses de fevereiro com temperaturas acima da média costumam ser menos chuvosos. O oposto também é válido, tendo em vista

que a linha referente à temperatura sofre decréscimo sempre que a precipitação se eleva, dado que o aumento da nebulosidade reduz o gradiente de radiação na superfície.

8.2.3 - Março

Tabela 11 - Registros históricos de temperatura e precipitação referentes ao mês de março.

Temperatura média:	24,1°C
Temperatura máxima:	37,0°C (1984)
Temperatura mínima:	8,8 °C (1929)
Precipitação média:	171 mm
Precipitação máxima:	493 mm (1991)
Precipitação mínima:	15 mm (1964)
Dias com chuva (média):	11 dias

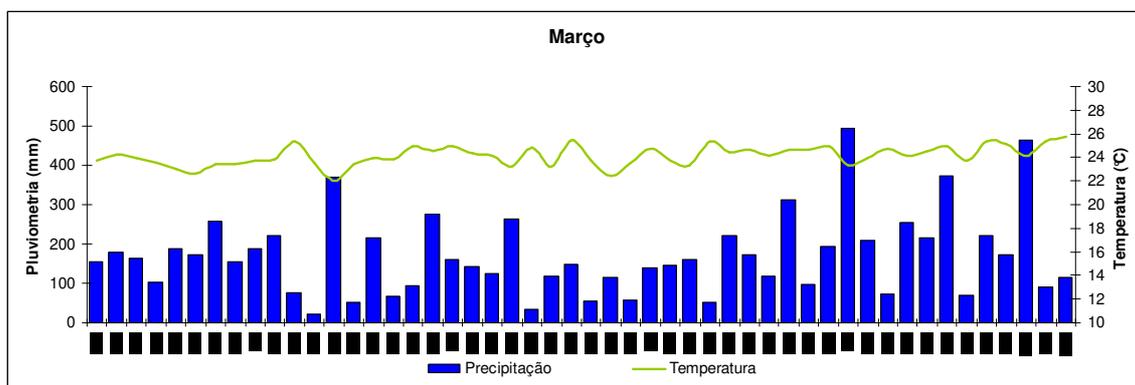


Figura 18 - Precipitação e temperatura média de março.

A Tabela 11 mostra uma redução da pluviometria e temperatura média em relação ao mês anterior. A Figura 18 deixa claro que a distribuição das chuvas para esse mês se assemelha à observada em fevereiro, porém com montantes menores.

No decorrer do período analisado percebe-se a ocorrência de alguns anos anômalos, em que a chuva registrada superou 300 mm. Na maioria dos casos, esses episódios foram precedidos por precipitações reduzidas em fevereiro. Esse padrão indicaria a tendência de

um equilíbrio entre esses dois meses, de modo que o excedente de chuvas em um deles seria compensado por uma diminuição no outro. Entretanto, destaca-se que atualmente não se conhece nenhum fenômeno que implique na ocorrência desse aspecto, podendo, portanto, tratar-se de mera coincidência.

8.2.4 - Abril

Tabela 12 - Registros históricos de temperatura e precipitação referentes ao mês de abril.

Temperatura média:	21,9°C
Temperatura máxima:	35,0°C (1928)
Temperatura mínima:	3,7 °C (1952)
Precipitação média:	71 mm
Precipitação máxima:	172 mm (1983)
Precipitação mínima:	0 mm (2000)
Dias com chuva (média):	6 dias

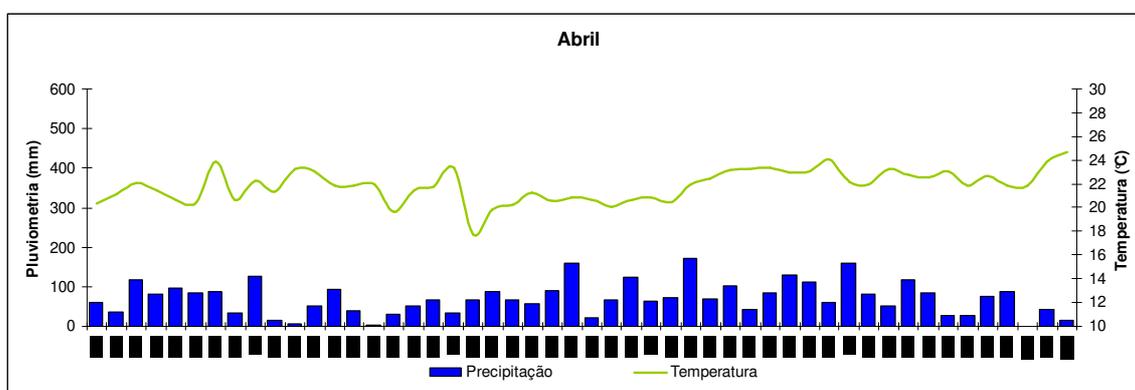


Figura 19 - Precipitação e temperatura média de abril

O mês de abril tem temperatura média mais baixa em relação aos meses de verão e apresenta uma sensível redução, tanto no número de dias bem como nos montantes de precipitação, sendo que em nenhum caso registrado a pluviosidade chegou a superar a marca dos 200 mm (Tabela 12).

O gráfico presente na Figura 19 evidencia que as variações intra-anuais são menores que as observadas nos meses anteriores, embora ainda existam oscilações. Como a chuva não é uma boa preditora de si mesma, não é possível afirmar que um mês de abril mais seco é precedido por um mês de março mais úmido, ainda que essa tendência tenha sido observada nos gráficos apresentados.

Na escala adotada, as variações termais não acompanham as modificações dos totais pluviométricos, não sendo possível realizar afirmações sobre a existência uma relação direta entre esses elementos.

8.2.5 - Maio

Tabela 13- Registros históricos de temperatura e precipitação referentes ao mês de maio.

Temperatura média:	19,1°C
Temperatura máxima:	33,8°C (1941)
Temperatura mínima:	-0,2 °C (1979)
Precipitação média:	73 mm
Precipitação máxima:	342 mm (1983)
Precipitação mínima:	0 mm (2000)
Dias com chuva (média):	6 dias

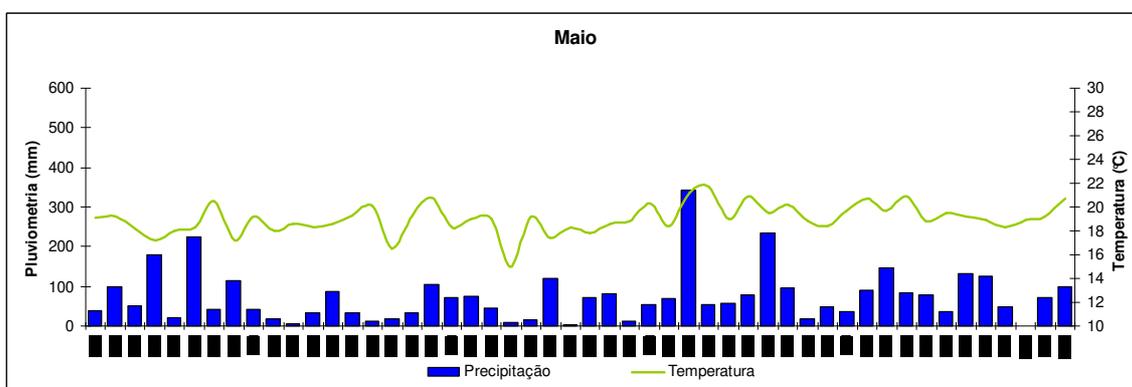


Figura 20 - Precipitação e temperatura média de maio.

Maio apresenta precipitação média ligeiramente superior à registrada em abril, porém com temperaturas inferiores (Tabela 13). Os registros pluviométricos mais elevados normalmente foram precedidos de um abril igualmente úmido.

Apesar de a precipitação apresentar-se de forma similar ao mês anterior, tanto em seu valor médio quanto ao padrão de distribuição, a Figura 20 torna evidente que maio apresenta uma incidência maior de irregularidades. Tal aspecto provavelmente está

associado ao fato desse mês estar situado em um período de transição, o que favorece a ocorrência de situações de conflitos entre os diferentes sistemas atmosféricos atuantes no local. Um indicativo da ocorrência desse contraste é o elevado número de episódios de ventos extremos (ventanias, tornados, microexplosões) na região durante essa época do ano.

8.2.6 - Junho

Tabela 14 - Registros históricos de temperatura e precipitação referentes ao mês de junho.

Temperatura média:	17,7°C
Temperatura máxima:	32,0°C (1934)
Temperatura mínima:	-1,8 °C (1918)
Precipitação média:	45 mm
Precipitação máxima:	180 mm (1983)
Precipitação mínima:	0 mm (1963, 1966, 1979, 1984, 1986, 1992, 2000 e 2002)
Dias com chuva (média):	4 dias

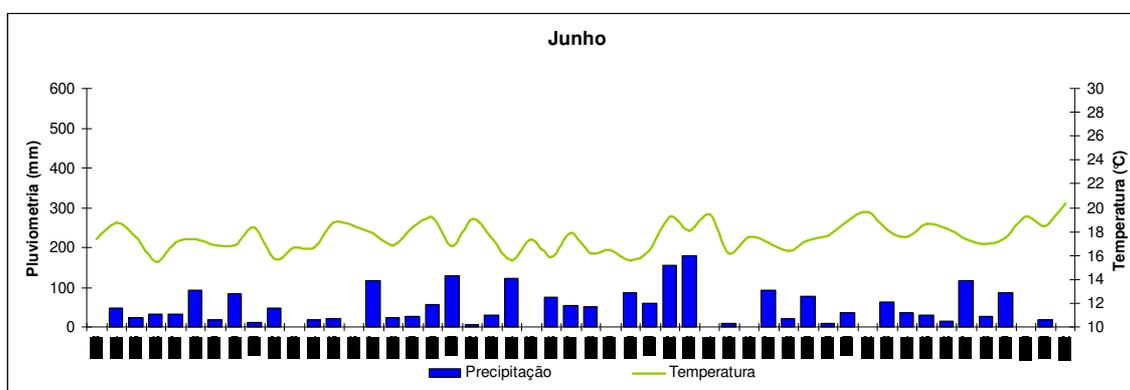


Figura 21 - Precipitação e temperatura média de junho

Como pode ser visto na Tabela 14, junho se apresenta como um mês mais frio e menos chuvoso do que os anteriores. É nesse mês que comumente se registra o início do período de estiagem que atinge anualmente a região. Observa-se, a despeito dessa redução da pluviometria, a existência de certa irregularidade na distribuição da precipitação, fato que possibilita a afirmação de que esse mês não está isento da possibilidade de registro de episódios de inundações.

Relacionando os dados referentes a esse mês com suas médias termiais (Figura 21) nota-se uma relação direta entre temperatura e pluviometria – quando junho é menos frio a precipitação é mais intensa. Pode-se aventar que tal aspecto decorreria do fato das precipitações estarem relacionadas à atuação de sistemas frontais, que originam nuvens mais carregadas e apresentam avanço mais lento quando embatem com uma massa de ar mais aquecida.

8.2.7 - Julho

Tabela 15 - Registros históricos de temperatura e precipitação referentes ao mês de julho.

Temperatura média:	17,3°C
Temperatura máxima:	33,0°C (2006)
Temperatura mínima:	-1,8°C (1981)
Precipitação média:	34 mm
Precipitação máxima:	181 mm (1990)
Precipitação mínima:	0 mm (1960, 1961, 1963, 1974, 1980, 1988, 1999)
Dias com chuva (média):	4 dias

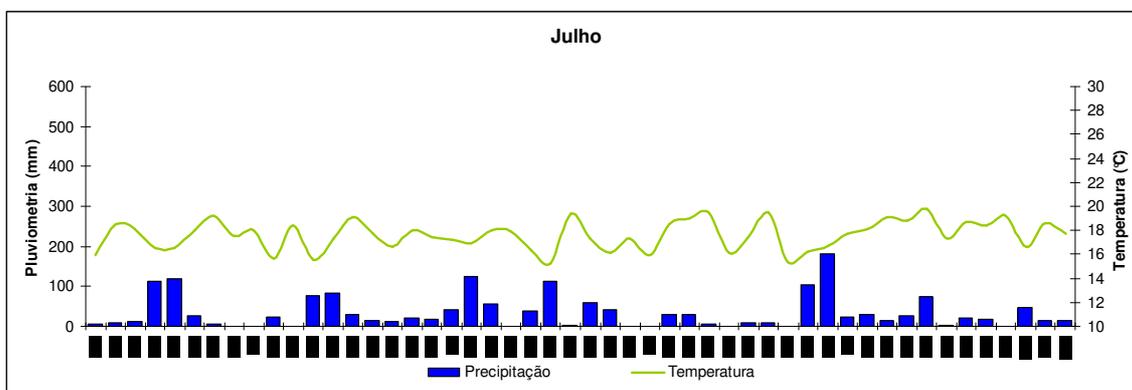


Figura 22 - Precipitação e temperatura média de julho.

Com temperatura média de 17,3°C (Tabela 15), julho é considerado o mês mais frio do ano. Não sendo incomum o registro de temperaturas mínimas absolutas abaixo dos 5°C, é nesse mês em que há a maior probabilidade de ocorrência de geadas²⁴.

Apesar de apresentar média similar ao mês anterior, julho apresenta um padrão diferenciado na distribuição da pluviometria (Figura 22), tendo maior variação ao longo de todo o período estudado. Sendo o mês mais seco do ano, em poucas ocasiões os totais de precipitação atingiram valores suficientemente elevados para a deflagração de inundações. Em geral, os anos mais frios são menos chuvosos, o que se justifica pela atuação dos

²⁴ Embora maio, junho julho, agosto e setembro apresentem condições para a ocorrência de baixas temperaturas, a maior possibilidade de ocorrência de geadas se dá entre os meses de junho e julho. Esse padrão pode ser explicado pelo fato do gradiente de insolação planetário, imposto pela inclinação do eixo de rotação da Terra, ser capaz de desencadear processos atmosféricos que facilitam a entrada dos sistemas polares nesse período.

centros de alta pressão que acompanham o deslocamento das massas de ar mais frias que migram do extremo sul do globo nessa época.

8.2.8 - Agosto

Tabela 16 - Registros históricos de temperatura e precipitação referentes ao mês de agosto.

Temperatura média:	19,2°C
Temperatura máxima:	36,0°C (1974)
Temperatura mínima:	-2,6 °C (1955)
Precipitação média:	37 mm
Precipitação máxima:	128 mm (1986)
Precipitação mínima:	0 mm (1954, 1975, 1983, 1988, 1999)
Dias com chuva (média):	4 dias

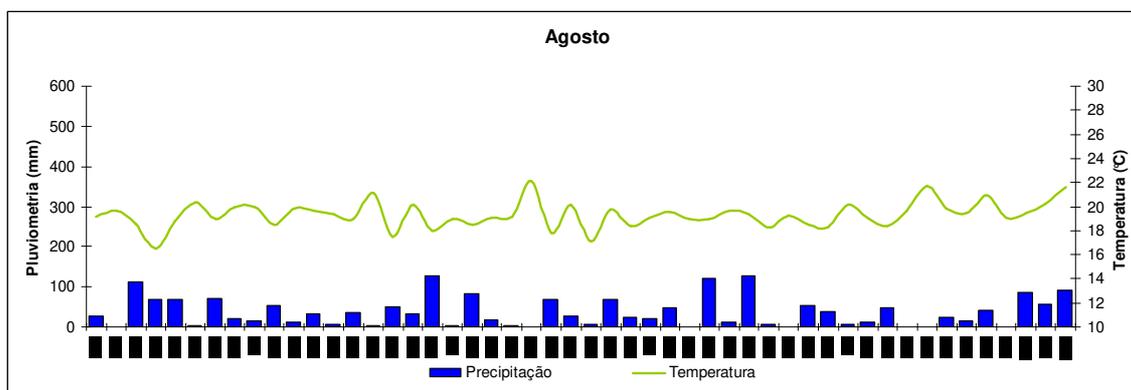


Figura 23 - Precipitação e temperatura média de agosto.

Foi em agosto que se registrou a ocorrência da menor temperatura histórica dessa área – em 1955 os termômetros da estação meteorológica da ESALQ atingiram a marca de 2,6°C abaixo de zero. Os valores exibidos na Tabela 16 indicam que esse mês é o segundo mês mais seco do ano, apresentando uma precipitação média ligeiramente superior a registrada em julho em uma média de 4 dias chuvosos.

As chuvas de agosto são pouco intensas (Figura 23), sendo que os dados diários referentes ao período estudado indicam que jamais houve um único registro de ocorrência

de tempestades. É o único período em que ocorre tal tranquilidade, fato que permitiria o aproveitamento desse momento para a realização de ações preventivas contra possíveis danos causados pelos eventos extremos da próxima temporada.

A pluviometria total desse mês raramente ultrapassa o limite dos 50 mm. As escassas precipitações que ocorrem nesse período estão ligadas ao avanço de sistemas frontais que, impulsionadas pela forte presença de massas polares, deslocam-se rapidamente provocando poucas chuvas durante sua passagem pela região. As baixas temperaturas da época – decorrentes, sobretudo, dos baixos índices de radiação global²⁵ - aliadas ao domínio de centros de alta pressão, inibem o surgimento de células convectivas que poderiam provocar chuvas mais intensas.

8.2.9 - Setembro

Tabela 17 - Registros históricos de temperatura e precipitação referentes ao mês de setembro.

Temperatura média:	20,8°C
Temperatura máxima:	38,0C (1988)
Temperatura mínima:	-0,7 °C (1943)
Precipitação média:	78 mm
Precipitação máxima:	208 mm (1993)
Precipitação mínima:	0 mm (1955)
Dias com chuva (média):	6 dias

²⁵ Os dados referentes a radiação global indicam que os menores valores normalmente são observados no mês de julho. Porém, sabe-se que a atmosfera possui uma certa inércia termal, o que pode postergar a ocorrência dos efeitos dessa redução radiativa, de modo que estes sejam mais sentidos em agosto.

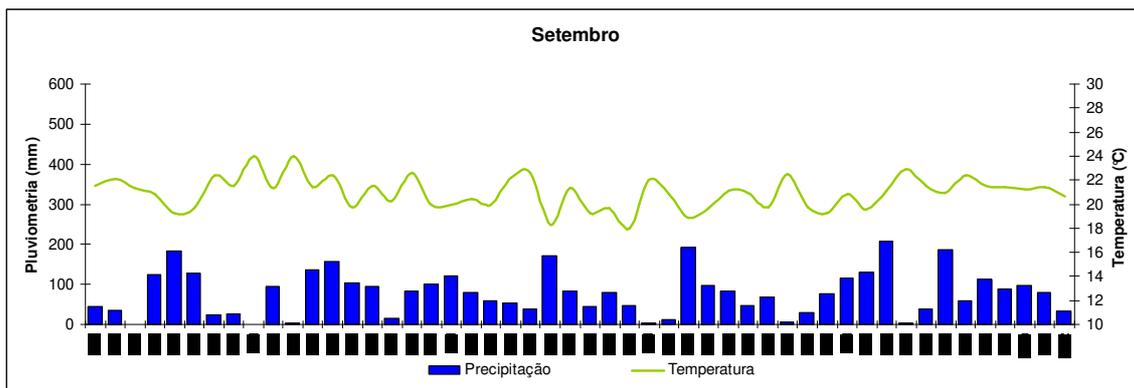


Figura 24 - Precipitação e temperatura média de setembro.

Em setembro a temperatura volta a subir, chegando à média de 20,8°C. A pluviometria também se eleva chegando a média de 78 mm (Tabela 17). Normalmente é essa a época em que ocorre o fim do período de estiagem que atinge todo o interior paulista durante os meses do inverno. Na Figura 24 é possível perceber o retorno de um padrão de distribuição irregular associado às médias termais – as temperaturas dos períodos mais chuvosos são menores. A ocorrência de maiores ou menores volumes pluviométricos nesse mês não está condicionada aos montantes observados no mês anterior.

8.2.10 – Outubro

Tabela 18 - Registros históricos de temperatura e precipitação referentes ao mês de outubro.

Temperatura média:	22,4°C
Temperatura máxima:	38,4°C (1944)
Temperatura mínima:	4,0 °C (1949)
Precipitação média:	133 mm
Precipitação máxima:	322 mm (1996)
Precipitação mínima:	12 mm (1989)
Dias com chuva (média):	9 dias

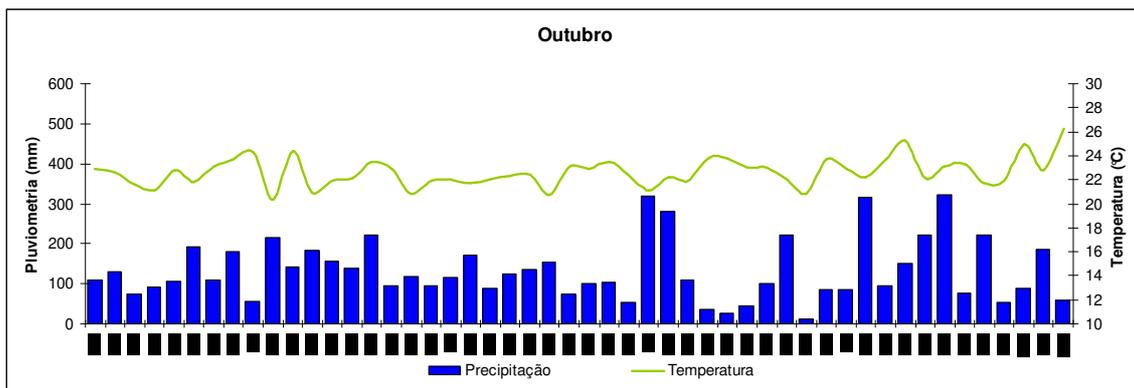


Figura 25 - Precipitação e temperatura média de outubro.

Outubro registra temperaturas acima da média anual, normalmente com precipitações moderadas. A média é de 133 milímetros distribuídos em 9 dias de precipitação (Tabela 18).

Salvo raras exceções, esse mês apresenta precipitações bem mais significativas que as observadas nos meses de inverno (Figura 25). O maior ângulo em relação à incidência dos raios solares após a entrada da primavera provém energia térmica suficiente para a geração de turbulências atmosféricas, favorecendo a ocorrência de movimentos convectivos capazes de dar origem a precipitações fortes e bastante concentradas - tanto temporalmente como espacialmente. A ocorrência de tais condições tem início nesse mês e permanecem influentes ao longo de todo o período primavera-verão e parte do outono.

8.2.11 – Novembro

Tabela 19 - Registros históricos de temperatura e precipitação referentes ao mês de novembro.

Temperatura média:	23,2°C
Temperatura máxima:	40,2C (1985)
Temperatura mínima:	6,6 °C (1917)
Precipitação média:	133 mm
Precipitação máxima:	155 mm (1994)
Precipitação mínima:	45 mm (1966)
Dias com chuva (média):	10 dias

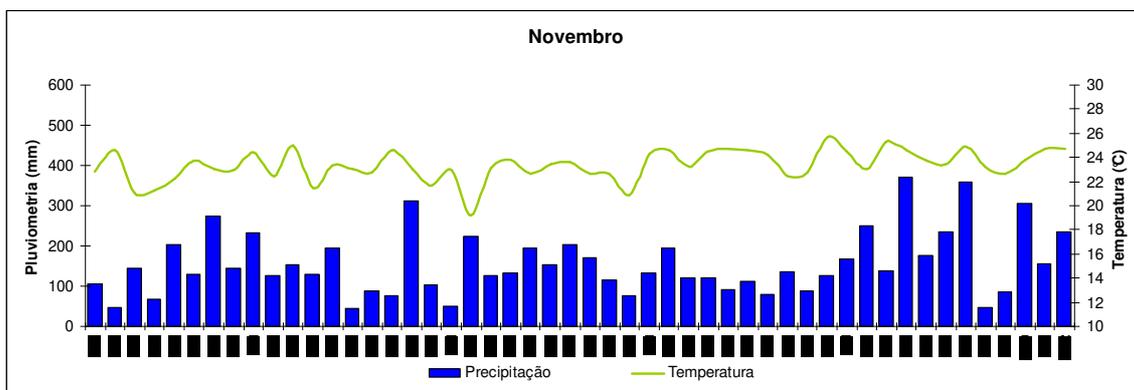


Figura 26 - Precipitação e temperatura média de novembro.

A Figura 26 indica que em novembro os montantes pluviométricos foram elevados devido, sobretudo, a ocorrência de chuvas convectivas associadas ao aumento da radiação solar. A Tabela 19 mostra a grande variação da temperatura, que pode passar dos 40°C em alguns anos e cair para valores próximos aos 6°C em outros.

Normalmente, quando a temperatura está acima da média histórica a precipitação é maior – com exceção ao ano de 1972, quando a elevada precipitação veio acompanhada de um mês atipicamente frio. Como a precipitação desse mês está ligada à média termal, nota-se grandes variações das medidas pluviométricas ao longo dos anos, permitindo inferir que esse seria um dos meses mais afetados na distribuição da precipitação, caso a área seja afetada pela introdução de mais energia ao sistema pelo aquecimento oriundo da formação de ilhas de calor, induzido pelo crescimento da área urbana do município.

8.2.12 – Dezembro

Tabela 20 - Registros históricos de temperatura e precipitação referentes ao mês de dezembro.

Temperatura média:	23,9°C
Temperatura mínima:	10,7°C (1990)
Temperatura máxima:	38,5C (1944)
Precipitação média:	210 mm
Precipitação máxima:	426 mm (1960)
Precipitação mínima:	47 mm (1985)
Dias com chuva (média):	14 dias

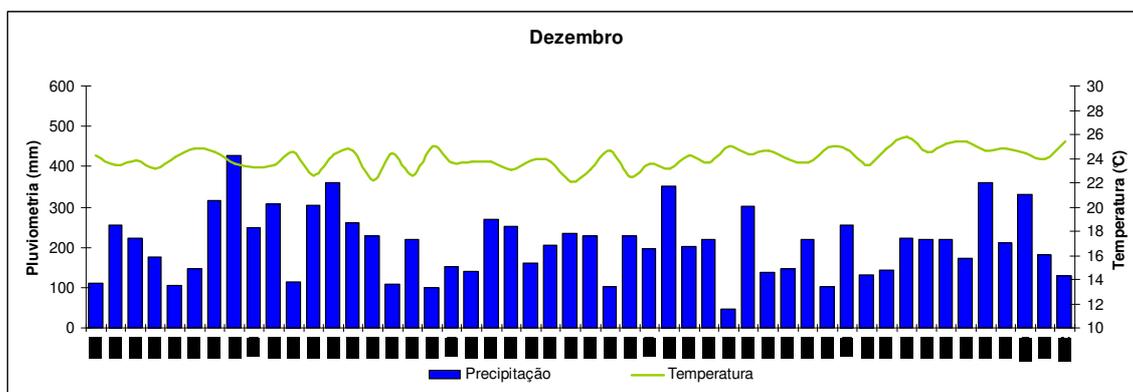


Figura 27 - Precipitação e temperatura média de dezembro

Com 210 mm, dezembro apresenta a segunda maior precipitação média do ano. Essas chuvas, normalmente, ocorrem acompanhadas de elevadas temperaturas. A Tabela 20 atesta que se trata de um período de elevadas médias termais, fato que certamente exerce influência nos montantes precipitados.

Nesse mês é bastante comum a ocorrência de eventos com potencial para deflagração de inundações. A Figura 27 mostra que não existe uma relação direta entre precipitação e médias termais. As variações interanuais são grandes, enfatizando a forte gênese convectiva das precipitações ocorridas nesse mês.

9 - Características geomorfológicas da área

Os eventos de inundação do município apresentam ampla distribuição espacial, atingindo três diferentes bacias hidrográficas: a bacia do **Ribeirão dos Toledos**, a bacia do **Córrego do Barroão** e a bacia do **Ribeirão Alambari** (Figura 28).

A bacia do Ribeirão dos Toledos abarca partes do território de quatro diferentes municípios – Capivari, Monte Mor, Sumaré e Santa Bárbara d'Oeste – abrangendo uma área de 278 km². O seu canal principal corre no sentido noroeste e deságua no Rio Piracicaba.

71% da área urbana do município está contida nessa bacia. As três principais represas do município - Represa São Luís, Represa DeCillo e Represa Areia Branca - também estão nessa área. É comum a ocorrência de transbordamentos do Ribeirão dos Toledos durante os meses de precipitação mais intensa (dezembro a março). Por atravessar um trecho de zona urbana, o Córrego Mollon também tem sido alvo constante de reclamações por parte da população, que sofre anualmente com as inundações desse canal.

Medindo 66 km², a bacia do Ribeirão Alambari atravessa majoritariamente áreas rurais. Porém, o seu relevo apresenta formas mais íngremes e irregulares, o que favorece a ocorrência de inundações, sobretudo nas áreas onde o seu canal principal possui maiores hierarquias fluviais.

A bacia do Córrego Barroão é a menor das três, ocupando uma área de 11 km². Essa bacia apresenta elevada taxa de urbanização, sendo que 62% do seu espaço está ocupado por área urbana, sofrendo então intensamente os efeitos da impermeabilização dos solos.

O mapa da Figura 28 exhibe ainda uma pequena área demarcada em amarelo que corresponde aos locais cujo fluxo é direto²⁶ ao Rio Piracicaba.

²⁶

Entende-se por fluxo direto a drenagem realizada através de canais de primeira ou segunda ordem.

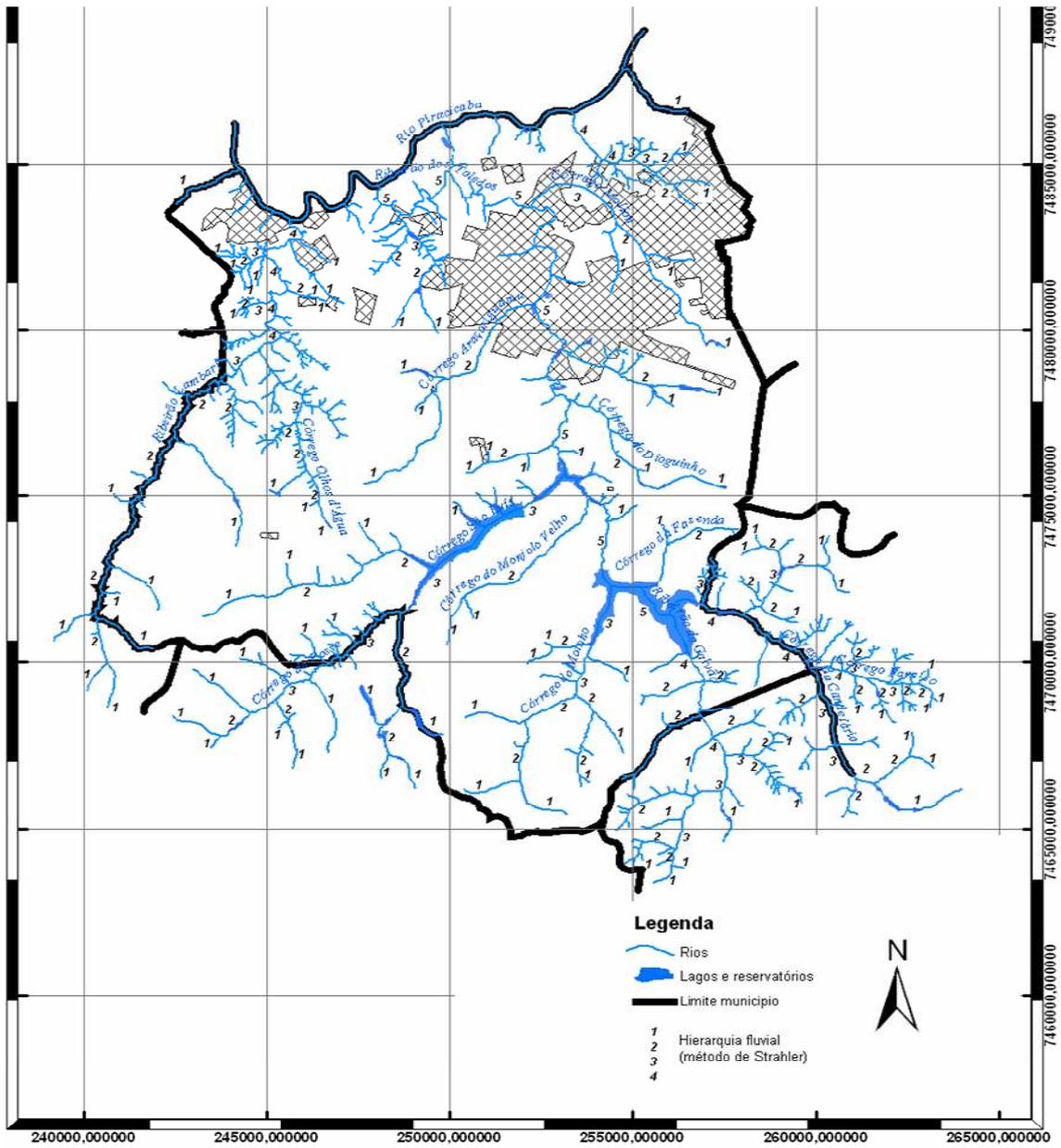


Figura 29 – Hierarquia fluvial da área, segundo o método de Strahler.

Segundo Christofolletti (1980), a hierarquia fluvial é uma classificação capaz de facilitar e tornar mais objetivos os estudos morfométricos das bacias hidrográficas. Uma das classificações mais utilizadas nesse sentido é a proposta por Strahler (*apud* CHRISTOFOLETTI, 1980), onde os canais menores, sem tributários são considerados como de primeira ordem (ou ordem 1). A partir da confluência de dois canais de primeira ordem, temos um canal de segunda ordem e a confluência de dois canais de segunda ordem dá origem a um de terceira ordem e assim por diante. Ou seja, quando dois canais com a mesma hierarquia se unem, o canal a jusante é promovido à categoria imediatamente superior.

Essa medida pode nos dar uma idéia do comportamento particular de cada segmento do canal, permitindo inferir a dimensão da rede fluvial envolvida em sua alimentação, dando pistas sobre a sua suscetibilidade a diversos *hazards*, dentre os quais podemos destacar as inundações e contaminação por poluentes de origem antrópica.

A Figura 29 mostra que o Ribeirão dos Toledos possui ordem 5 no trecho em que cruza a área urbana do município de Santa Bárbara d'Oeste. Isso indica que águas advindas de áreas relativamente distantes passam pelo canal, fato que pode explicar a diversidade do comportamento pluviométrico nas ocorrências de inundações no local.

A maior parte dos canais de primeira ordem estão distribuídos ao longo das áreas situadas na porção sul do município. Isso indica a fragilidade desse setor, visto que as nascentes desses canais consistem em pontos de extrusão das águas confinadas no subsolo. Um avanço da urbanização, ou práticas agrícolas inadequadas, em tais locais pode ter conseqüências bastante danosas, como aceleração dos processos erosivos e conseqüente assoreamento de trechos situados à jusante.

O mapa ainda evidencia que existem poucos canais de primeira ordem nas áreas contidas dentro da mancha urbana do município. Isso ocorre em função das diminuições das vazões nas nascentes em função da maior impermeabilização do solo existente nessas áreas. A urbanização pode trazer impactos ao gradiente hidráulico, provocando redução ou até mesmo extinção das nascentes contíguas a tais locais. Além dos prejuízos ambientais procedentes da redução de vazão dos canais, essa alteração pode também implicar na ocorrência de um reajuste no sistema canal-encosta, dando origem a processos erosivos intensificados nas bordas dos corpos d'água (VILELA FILHO, 2006).

Tabela 21 – Elementos físicos das bacias do município estudado.

Bacia	Área (km ²)	Número de canais de ordem 1	Perímetro (metros)	Comprimento dos Canais (metros)	Densidade Rios (Canais/km ²)	Densidade de Drenagem
Barroão	11	24	16952	15221	2,18	1,38
Alambari	66	137	41180	100330	2,08	1,52
Toledos	278	275	85445	323651	0,99	1,16

Bacia	Coefficiente de Torrencialidade	Índice de circularidade	Altitude máxima (metros)	Altitude mínima (metros)	Amplitude (metros)	Relação de relevo (Maxwell)
Barroão	3,02	0,48	634	496	138	22,37
Alambari	3,16	0,49	657	490	167	10,50
Toledos	1,15	0,48	676	494	182	7,37

Organizada por Daniel H. Candido

Seguindo a metodologia proposta por Christofolletti (1980), agrupou-se na Tabela 21 alguns elementos úteis para a realização de uma análise espacial das bacias em questão. Tais dados foram obtidos mediante o uso de ferramentas computacionais de geoprocessamento.

A **densidade de rios** corresponde à relação existente entre o número de canais de primeira ordem e a área total da bacia hidrográfica. Esse valor fornece indicativos da capacidade de geração de novos canais, o que pode variar em função de particularidades morfo-climáticas de cada bacia. Ressalta-se que os valores obtidos correspondem a apenas uma aproximação numérica, sendo que os elementos indicados podem variar em função das particularidades existentes para cada trecho dos canais.

Percebe-se que a bacia do Ribeirão dos Toledos apresenta valor de densidade de rios nitidamente inferior às demais. Isso indica que uma menor quantidade de canais por unidade de área está presente no substrato dessa bacia, estando assim mais suscetível à ocorrência de inundações, uma vez que um menor número de canais deverá receber toda a água advinda do escoamento superficial.

A **densidade de drenagem** corresponde a divisão entre a soma dos comprimentos de todos os canais e a área da bacia. Considerando-se bacias situadas em locais de mesmo padrão climático, a composição e estrutura das rochas do substrato influenciam os valores de densidade de drenagem.

O cálculo da densidade da drenagem é importante na análise das bacias hidrográficas porque apresenta relação inversa com o comprimento dos rios. À medida que aumenta o valor numérico da densidade há diminuição quase proporcional do tamanho dos componentes fluviais das bacias de drenagem.(CHRISTOFOLETTI, 1980 p.116).

Observa-se um valor de densidade de drenagem menor para a bacia do Ribeirão dos Toledos, o que indica maior suscetibilidade a ocorrência de enchentes e inundações, reforçando a hipótese levantada na análise da densidade de rios.

O **coeficiente de torrencialidade** consiste na multiplicação entre os valores da densidade de rios e densidade de drenagem. Quanto menor esse índice, maior a tendência de concentração de água na área da bacia durante episódios de precipitação. Portanto, os dados da Tabela reforçam a idéia de que a Bacia do Ribeirão dos Toledos apresenta-se mais suscetível às inundações.

A **relação de relevo** de Maxwell (1960 *apud* Christofolletti, 1980) consiste em uma divisão simples entre a amplitude altimétrica da bacia e a sua extensão. Esse cálculo fornece indícios sobre a facilidade de escoamento nos canais da bacia. Quanto maior o valor, maior a velocidade do fluxo das águas. Nessa análise, mais uma vez percebe-se a tendência maior de inundações por parte do Ribeirão dos Toledos.

Outra medida que pode dar boas indicações sobre a propensão natural de uma bacia à ocorrência de inundações consiste no chamado **Índice de Circularidade**, dado pela razão entre a área total e a área de um círculo com perímetro de medida idêntica ao perímetro da bacia. Portanto, a fórmula utilizada é a seguinte:

$$IC = Ab/Ac$$

onde **IC** se refere ao índice de circularidade, **Ab** à área da bacia e **Ac** à área de um círculo de igual perímetro.

Quanto mais esse valor se aproximar de 1, mais circular será a bacia, aspecto que a torna mais suscetível a ocorrência de inundações, visto que “em bacias com forma circular, há maiores possibilidades de chuvas intensas ocorrerem simultaneamente em toda extensão, concentrando grande volume de água no tributário principal” (CARDOSO *et al.*, 2006 p.243).

Esse índice também pode ser indicativo da área de abrangência da bacia em relação ao seu canal principal, apontando a eventual necessidade de se trabalhar com mais de um posto pluviométrico, dado a irregularidade espacial na distribuição da precipitação,

sobretudo em áreas tropicais. Bacias mais circulares e com canais principais tendo elevados valores hierárquicos podem estar mais propensas a ocorrência de inundações em função de chuvas ocorridas nas proximidades das nascentes, sem que seja registrada precipitação abundante na área situada à jusante.

Os valores obtidos – 0,49; 0,48 e 0,48 para o Ribeirão Alambari, Córrego Barrocão e Ribeirão dos Toledos, respectivamente – indicam que as três bacias apresentam uma certa propensão natural a ocorrência de inundações, em função de suas formas relativamente circulares, que faz com que exista uma grande captação das águas advindas do escoamento superficial, sobretudo durante ocorrência de precipitações mais intensas.

Outro método proposto para esse tipo de análise consiste na divisão entre a sua extensão e largura. Quando o valor obtido for superior a 2 significa que a extensão da bacia é, no mínimo, o dobro de sua largura máxima. A Tabela 22 apresenta as medidas coletadas com uso de ferramentas de geoprocessamento²⁷ para as bacias em questão.

Tabela 22 – Largura e extensão retilínea das bacias.

Bacia	Extensão	Maior largura da bacia	Razão entre extensão e largura
Barrocão	6,2	2,9	2,2
Alambari	15,9	6,7	2,4
Toledos	24,7	22,7	1,1

É conveniente salientar que a extensão da bacia corresponde a maior distância existente entre os seus limites e sua desembocadura. A largura corresponde à maior distância registrada entre dois pontos opostos, perpendiculares ao canal principal. A razão entre a extensão e a largura é dada por uma divisão simples entre esses dois elementos.

A observação dos dados dessa Tabela nos permite inferir que a bacia do Ribeirão Alambari tem um formato mais alongado que a do Ribeirão dos Toledos, fato que pode ser comprovado pela observação do mapa contendo a divisão das bacias (Figura 28). Certamente essa diferenciação da forma das bacias é induzida, sobretudo, pela diferenciação na geomorfologia ocorrida na porção oeste do município, que pode ser

²⁷ Dados obtidos com base em imagens orbitais dos satélites Ikonos e Cbers II, analisadas em conjunto com uma carta topográfica do município em escala 1:15.000, devidamente digitalizada e georreferenciada.

constatada pela observação do Modelo Digital de Terreno (Figura 30) que exhibe tridimensionalmente, em duas perspectivas diferentes, a orografia local, no qual foi adotado um exagero vertical equivalente a 10 vezes a escala horizontal para tornar proeminentes as variações do relevo, visto que estas seriam muito tênues se exibidas em escala real. Os diferentes tons de cinza representam as altitudes locais, sendo que foi feita a opção pelo uso do padrão adotado pela NASA para as imagens SRTM, onde os tons mais claros indicam as maiores elevações.

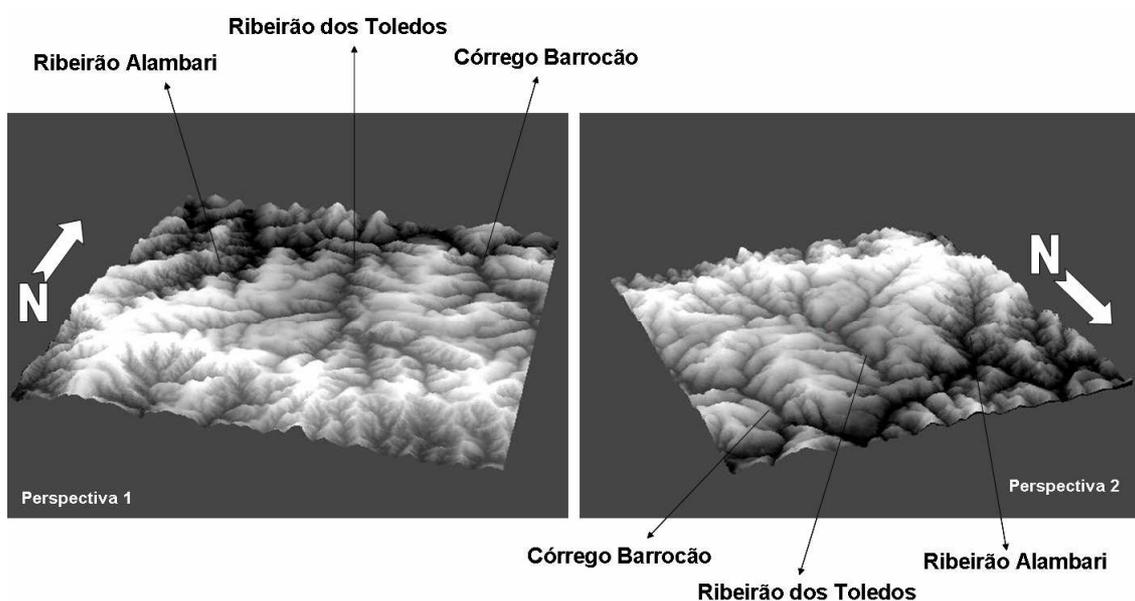


Figura 30 – Visão tridimensional da área de estudo em duas perspectivas diferentes.

Fonte: SRTM/NASA

Elaboração: Daniel H. Candido

Quanto à altimetria, nota-se que na maior parte da área predominam transições brandas, típicas do relevo local formado por colinas suaves (CHRISTOFOLETTI, 1980; ROSS e MOROZ, 1997). Através de dados do SRTM/NASA, com resolução espacial de 90 metros, foi produzido um modelo digital de elevação do município (Figuras 30 e 31), a partir do qual se constata que as porções mais elevadas das três bacias que compõem o município estão ao norte. Os tons de cinza mais escuros na porção setentrional do mapa evidenciam as menores altitudes, que ocorrem às margens do Rio Piracicaba. Portanto, a maior parte dos grandes cursos d'água correm do Sul para o Norte.

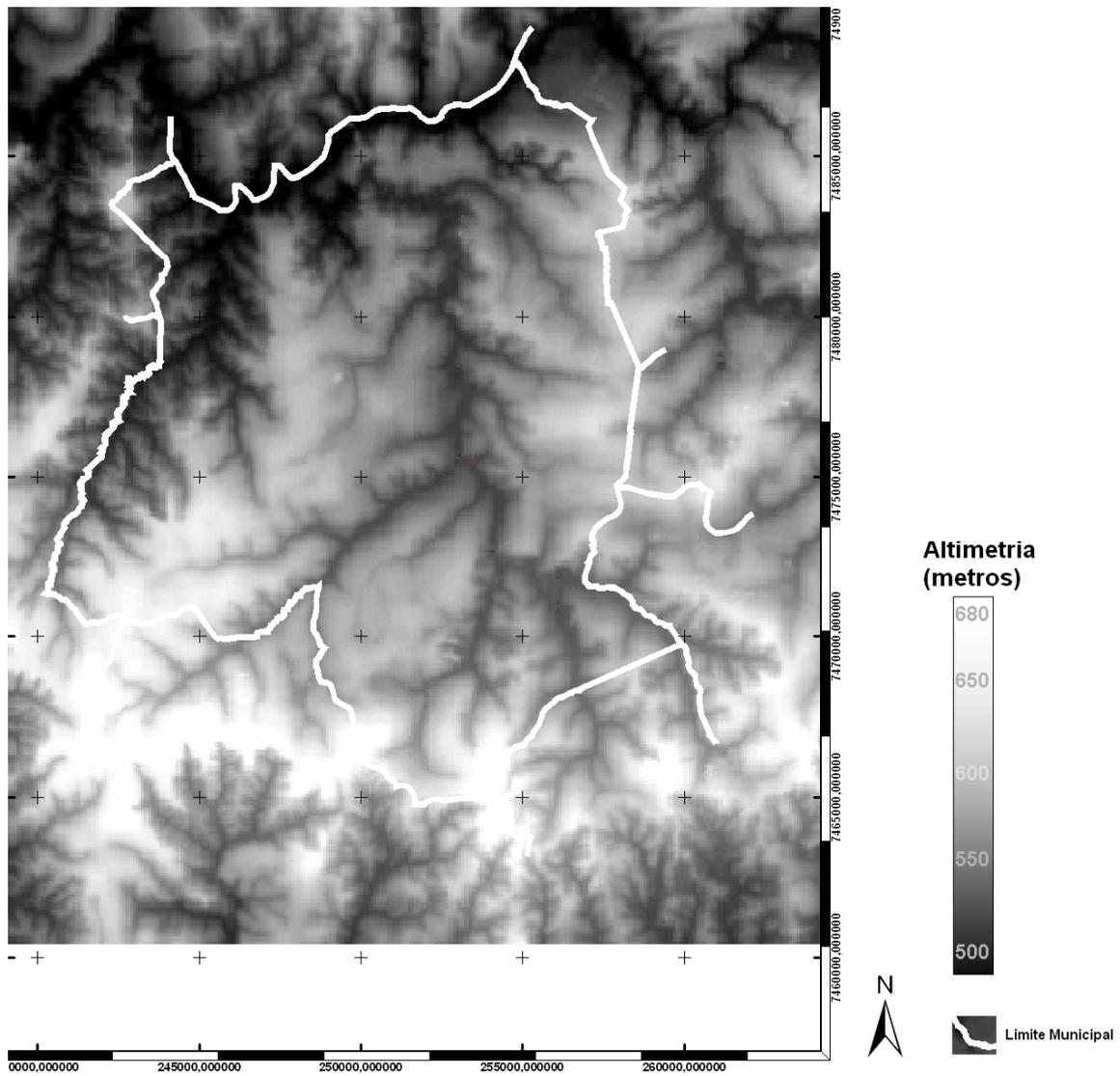


Figura 31 – Mapa hipsométrico do município

Elaboração: Daniel H. Candido

Fonte: SRTM/NASA

A Figura 32 deixa nítido que a plenitude do território municipal está contida por sub-bacias compostas por tributários do Rio Piracicaba. Fica claro, igualmente, a distinção entre o relevo observado na Bacia do Ribeirão dos Toledos, que apresenta colinas suaves e a Bacia do Ribeirão Alambari, que possui maiores variações, com vales menores e amplitudes altimétricas mais abruptas, fato que acaba sendo refletido pela forma mais alongada dessa bacia (maior razão entre extensão e largura).

Nessa imagem foram traçados três perfis topográficos de oeste a leste. Esses perfis possuem limites coincidentes com o perímetro do município, pois as curvas de nível da carta topográfica utilizada como base para a aferição das altimetrias somente contemplavam Santa Bárbara d'Oeste, cessando seu traçado após esse limite. Como esses perfis foram traçados em um eixo leste-oeste, utilizando o sistema de coordenadas UTM (fuso 23K, Datum SAD-69), podemos considerar a subtração do valor de duas coordenadas como a distância entre esses pontos.

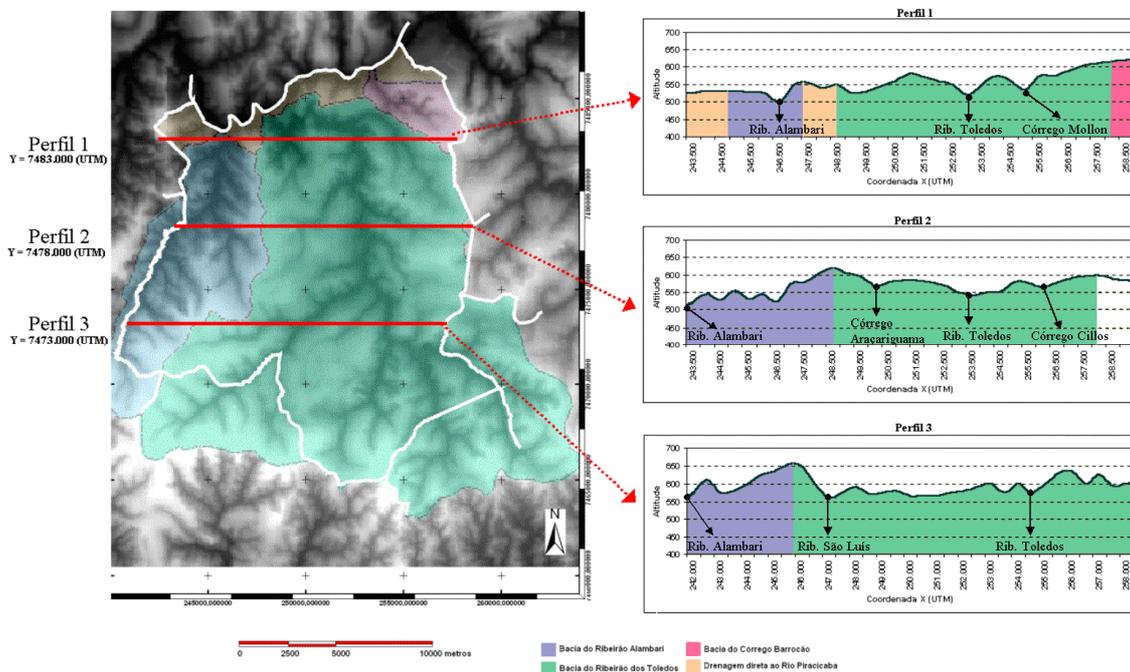


Figura 32 – Perfis topográficos de três diferentes segmentos do município.

Elaboração: Daniel H. Candido

O Perfil 1, traçado latitudinalmente, ao longo da coordenada UTM 7483.000, inicia-se em uma área com drenagem direta ao Rio Piracicaba, com altitudes relativamente baixas, se comparadas as demais. Em seguida, observa-se uma queda acentuada na altimetria, chegando então no ponto mais baixo desse perfil, que consiste na calha do Ribeirão Alambari. Na seqüência há um pequeno trecho onde o perfil corta um tributário de primeira ordem do Rio Piracicaba. A altitude aumenta para 550 metros no próximo divisor de águas, onde se inicia a bacia do Ribeirão dos Toledos, que compõe os próximos 9,5 quilômetros do perfil. Nessa bacia aparecem duas áreas mais rebaixadas, correspondentes as calhas do Ribeirão dos Toledos e do Córrego Mollon. A porção final, mais plana e elevada, corresponde a um trecho da cabeceira da bacia do Córrego Barrocão. Por meio de uma observação do perfil completo é possível perceber que, de modo geral, o relevo se inclina no sentido leste, acompanhando a inclinação geral do relevo da área, que ocorre no sentido do deslocamento do Rio Piracicaba.

O Perfil 2 se situa ao longo da coordenada UTM 7478.000. O seu início ocorre exatamente na calha do Ribeirão Alambari, no trecho em que esse curso d'água define a divisa entre Santa Bárbara d'Oeste e Rio das Pedras. As altimetrias desse trecho do perfil variam bastante pelo fato desse transecto seccionar alguns contribuintes do Alambari. 5,5 quilômetros após o início do perfil encontra-se um elevado divisor de águas que dá início à seção correspondente à bacia do Ribeirão dos Toledos, que se estende por aproximadamente 10 quilômetros, exibindo relevo suave, com presença de algumas calhas, dentre as quais destacam-se as pertencentes aos córregos Araçariguama e Cillos, além do próprio Ribeirão dos Toledos. A maior área de abrangência da bacia que pode contribuir com o aumento do volume de água drenado para os canais durante as chuvas.

Ainda tratando do segundo perfil nota-se, a partir da coordenada 258.000, um fato curioso que vale ser abordado: existe uma área que, apesar de pertencer ao município de Santa Bárbara d'Oeste, situa-se após o divisor de águas. Portanto essa área possui drenagem voltada para o município Nova Odessa, mais precisamente, para a bacia do Rio Quilombo. Toda a divisão entre Santa Bárbara d'Oeste e esse município vizinho foi demarcada de modo a acompanhar os divisores de água ou fundos de vales. É possível, então, que nesse local haja um equívoco na demarcação das linhas divisórias entre esses dois municípios.

O Perfil 3 compreende as altimetrias registradas ao longo da coordenada UTM 7473.000. Como o anterior, inicia-se também na calha do Alambari. Após cruzar um vale formado por um tributário desse ribeirão, a altimetria do perfil se eleva até atingir o divisor de águas com a bacia do Ribeirão dos Toledos. Nesse ponto observa-se uma descida acentuada até o nível do Ribeirão São Luís, contribuinte do Ribeirão dos Toledos. Em seguida percebe-se uma suavização do relevo, que prossegue até o local onde o perfil intercepta o ribeirão que dá nome a essa bacia. A partir desse setor as variações altimétricas tornam-se maiores devido à presença de diversos morros e vales fluviais localizados ao longo desse perfil. Tais informações tornam possível, novamente, a observação da grande dimensão da bacia do Ribeirão dos Toledos em relação às demais, o que evidencia a sua suscetibilidade à ocorrência de inundações.

O modelo de declividades (Figura 33) mostra que o relevo do município se difere nas três bacias hidrográficas existentes. A bacia do Ribeirão dos Toledos é, em sua maior parte, composto por colinas suaves de baixa declividade – representadas pelos tons azulados. No quadro destacado nota-se que apenas as áreas mais próximas aos canais têm maiores declividades, algumas áreas avermelhadas (que correspondem à declividades superiores a 16%) aparecem nas vizinhanças dos bairros mais problemáticos quanto à ocorrência de inundações, sobretudo próximos ao Jardim Conceição, Vila Sartori e Icaraí. Salienta-se que nesse trecho o Ribeirão dos Toledos é um canal de ordem cinco (Figura 29) e a contribuição de águas oriundas do escoamento superficial intensificado pela declividade mais elevada de tais locais podem acarretar em inundações com volumes mais elevados.

Mattos (2005) afirma que

A declividade do relevo é fator determinante no grau de estabilidade ou instabilidade morfodinâmica de determinada área. Vertentes muito íngremes favorecem os processos morfogenéticos em detrimento à pedogênese, levando a um comportamento morfodinâmico instável. Planícies e fundos de vales com fraca declividade também se caracterizam por elevada instabilidade morfodinâmica, já que estão sujeitos a inundações. Em consequência, a ocupação humana nestes dois tipos de relevo representa alto risco ambiental, que se intensifica quanto maior à vulnerabilidade social da população. (p.32)

O mapa de declividades da Figura 33 permite ainda verificar que essa bacia apresenta um padrão bastante diferenciado das outras duas que compõem o município. O

relevo da bacia do Ribeirão Alambari é mais irregular, com declividades variadas, o que o torna bastante suscetível a inundações, embora se trate de uma bacia majoritariamente rural.

A bacia do Córrego Barroão também apresenta elevadas declividades, o que evidencia a tendência de surgimento de intenso escoamento superficial em episódios de chuvas intensas. Como essa bacia se situa inteiramente na zona leste do município, em área densamente urbanizada, a tendência de acumulação de água é ainda maior, implicando em transtornos à população local.

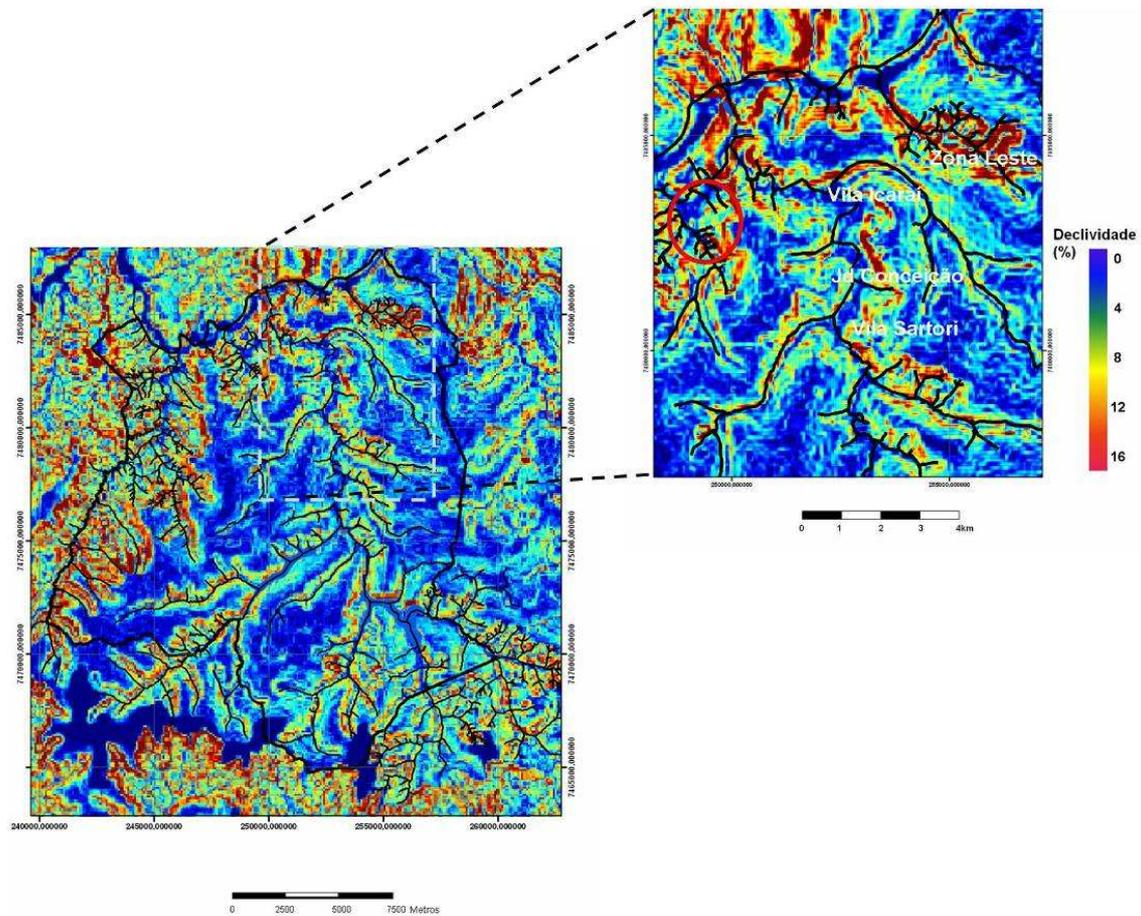


Figura 33 – Mapa de declividades do município. Em destaque a área que compreende a porção mais densamente ocupada.

Elaboração: Daniel H. Candido Fonte: SRTM/NASA

O modelo também aponta a existência de uma área plana próxima a um grande declive nas proximidades da antiga Usina Santa Bárbara (circulada em vermelho), local onde estão sendo implementados novos loteamentos, que podem impermeabilizar o solo no local, criando um novo ponto de alagamento no município. Há de se considerar o fato de que tal área já apresenta elevada aptidão natural à ocorrência de inundações, sendo que algumas delas estão inclusive presentes nos mapas históricos de inundações (Figura 65).

O Córrego Santa Bárbara, situado no local, atravessa uma área destinada à criação de um novo condomínio, que contará com setores habitacionais e comerciais. A várzea desse canal inunda com facilidade, mesmo sem a existência de construções no seu entorno; sendo assim, podemos cogitar que a existência de um loteamento nas proximidades agravará ainda mais o problema.

O padrão de drenagem (CHRISTOFOLETTI, 1980) é predominantemente dendrítico e subdendrítico. Porém, esse aspecto se modifica em algumas áreas de modo que também sejam notadas drenagens pinuladas e em treliça, conforme evidenciado pelo mapa da Figura 34.

O padrão dendrítico indica a existência de um substrato com resistência uniforme. Normalmente consiste em depósitos sedimentares horizontais ou oblíquos, ou ainda rochas cristalinas com declive regional suave. Drenagens subdendríticas, como observadas na maior parte das bacias estudadas, ocorrem em setores onde o padrão inicialmente dendrítico foi exposto a um controle estrutural secundário, causado principalmente pelo encaixamento progressivo dos canais de drenagem (PIRES NETO, 1996).

O padrão pinulado²⁸ é uma subcategoria da drenagem dendrítica e está normalmente associado à existência de um substrato frágil, facilmente erodível. A disposição das áreas com essa característica indica que os canais da bacia do Ribeirão dos Toledos e da bacia do Alambari são altamente suscetíveis a ocorrência de assoreamento, tendo em vista que grande parte de suas nascentes estão situadas em áreas pinuladas. Em trabalhos de campo realmente se verificou a existência de substratos bastante desagregados e arenosos nesses locais. A bacia do Alambari é a que mais apresenta esse padrão e, conseqüentemente, observações empíricas indicaram assoreamentos generalizados no seu canal principal. A

²⁸ O padrão de drenagem pinulado é caracterizado pela disposição quase paralela dos cursos d'água em sentido a um canal principal, dando origem a uma forma que, quando visualizada em imagens de satélite, se assemelha às folhas de uma samambaia.

presença de elevadas declividades nesses locais, evidenciadas pela Figura 33, reforça a idéia de se tratarem de setores com elevada erodibilidade.

Já as áreas com drenagem em treliça indicam um controle mais associado a estrutura geológica (LOCH, 2001), ocorrendo somente nas áreas onde os rios cortam rochas ígneas, sobretudo basaltos e diabásios, muito presentes nos sills²⁹ existentes no local. O controle estrutural exercido nesses locais é bastante significativo, de modo que em vários pontos nota-se que os canais realizam curvas de angulações próximas – ou em alguns casos, superiores – a 90 graus.

²⁹ Sill é um termo geológico que indica uma intrusão de rocha ígnea situada entre camadas ou contatos de rochas sedimentares. Tal formação é de presença relativamente comum na área estudada.

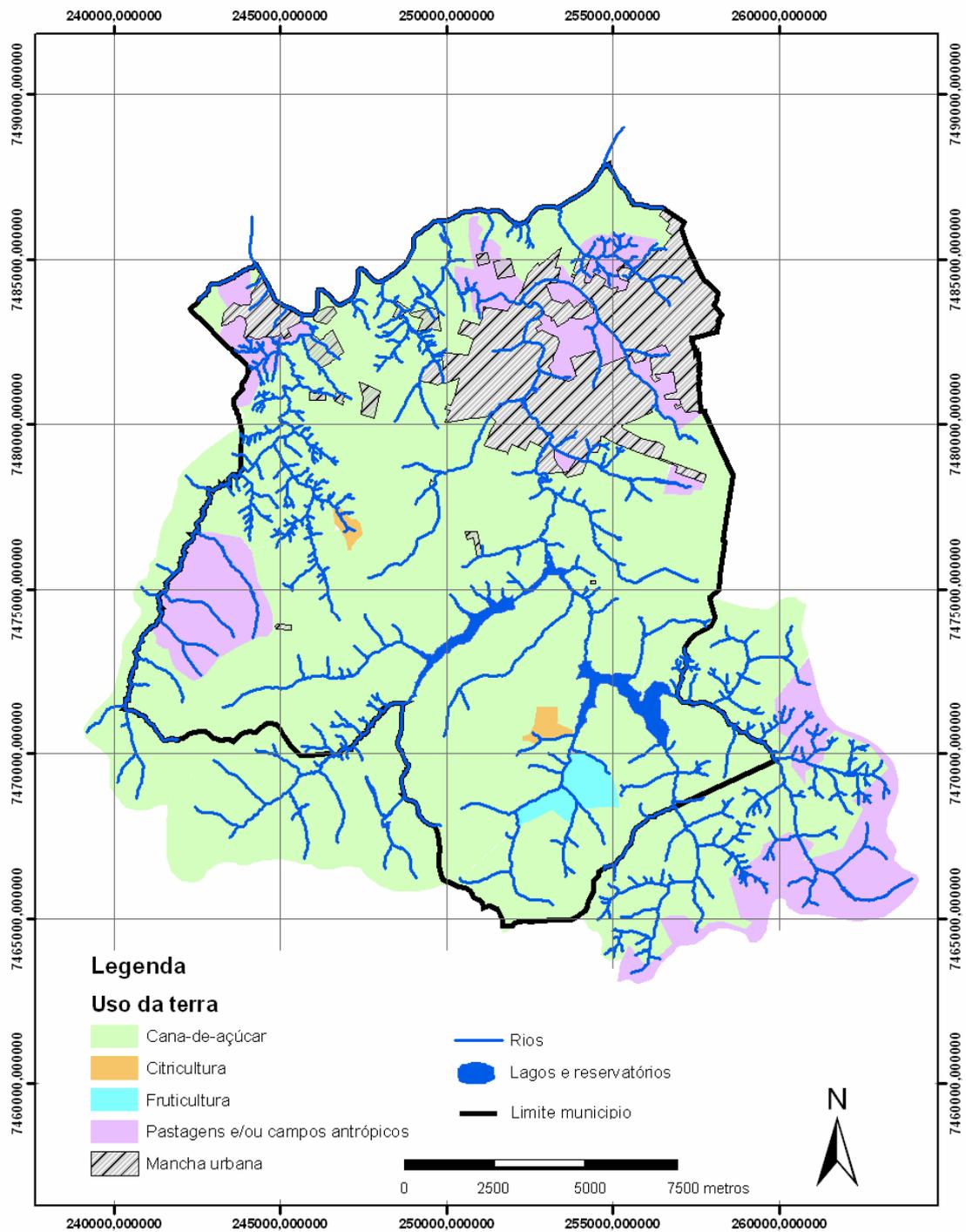


Figura 35 – Uso da terra nas bacias estudadas

Elaboração: Daniel H. Candido

O uso e ocupação da terra local são feitos sem o devido respeito a toda essa diversidade geomorfológica, conforme indicado pelo mapa exibido na Figura 35³⁰. A cana-de-açúcar abarca a maior parte da área das bacias envolvidas nesse estudo, sendo que, ao todo, 85,2 % das terras agriculturáveis do local estão ocupadas por canaviais. Pastagens e campos antrópicos estão localizados, sobretudo, nos arredores das áreas urbanas, e correspondem a 13,3% da área. A citricultura e a fruticultura diversificada são praticadas por poucos agricultores e não superam a marca de 1,5%. As demais produções agrícolas são tão incipientes que não foi possível mapeá-las na escala adotada.

Tais valores evidenciam a prática intensiva de monocultura açucareira no local, quadro que se agrava ainda mais devido ao arrendamento de terras agrícolas ser uma prática bastante comum na região. Agricultores fornecem a mão-de-obra necessária e, mediante contrato, concedem o direito de uso de suas terras às usinas de açúcar e álcool, deixando então a produção de vegetais diversificados para dedicarem-se exclusivamente ao cultivo de cana-de-açúcar.

A agricultura açucareira é praticada de modo intensivo, abrangendo inclusive áreas de solos frágeis e íngremes, favorecendo a formação de erosão laminar, ravinas e voçorocas dando origem a diversos problemas ambientais conforme descritos no próximo item.

9.1 Situação ambiental

O município encontra-se em uma situação ambiental bastante fragilizada devido ao uso da terra inadequado, feito sem respeito à diversidade morfopedológica local. É muito comum observar incoerências ambientais como prática de monocultura intensiva, uso de agroquímicos nocivos, cultivo de cana-de-açúcar nas margens dos canais e a presença de instalações poluidoras em locais impróprios.

Ressalta-se que o próprio aterro sanitário municipal está instalado em área inadequada, sendo que sua lagoa de chorume se situa a cerca de 100 metros de uma

³⁰ Mapa elaborado com base nas cartas do Plano Cartográfico do Estado de São Paulo (INSTITUTO GEOGRÁFICO E CARTOGRÁFICO, 1980). Como o levantamento utilizado na elaboração desse plano data do final da década de 1970 foi necessária a atualização dos elementos mapeados, utilizando-se para isso imagens recentes dos satélites CBERS 2 e Ikonos, seguindo a mesma metodologia adotada pelo IGC em 1980.

nascente que dá origem a um córrego que deságua diretamente no Rio Piracicaba, conforme exposto na Figura 36.

A localização dessa lagoa é preocupante, tendo em vista que o riacho que nasce no local segue como um canal de primeira ordem até desaguar no Piracicaba. Como não recebe nenhum tributário nessa curta trajetória, o volume de água é pequeno demais para diluir eventuais poluentes oriundos do aterro, levando fluido contaminante em grandes concentrações ao já debilitado Rio Piracicaba.

O fato da cidade não possuir um sistema efetivamente funcional de coleta seletiva visando a reciclagem dos resíduos domésticos agrava ainda mais essa situação. Por não haver alternativas de fácil acesso e campanhas de esclarecimento, a população acaba eliminando junto ao lixo produtos potencialmente tóxicos que aumentam a concentração de poluentes, como pilhas, baterias e metais, além de vidros e plásticos, que poderiam ser separados do lixo orgânico.

Outra alternativa eficiente que diminuiria em muito a DBO dos canais a jusante do aterro seria a prática de compostagem com o lixo orgânico. Os compostos produzidos poderiam ser aproveitados pelos produtores rurais locais, atenuando, assim, a demanda por fertilizantes mais poluentes, eliminando o problema da poluição das águas provocada pela lixiviação dos solos impregnados com adubos químicos nas áreas rurais do município. Gallo (2000) destaca que o Ribeirão dos Toledos é um dos maiores responsáveis pela depreciação da qualidade da água do Rio Piracicaba. O lançamento de poluentes industriais também agrava essa situação, atingindo vários cursos d'água do município, dentre os quais pode ser destacada as péssimas condições do córrego Giovanetti, cujas águas possuem cor azulada devido ao lançamento de resíduos oriundos de tinturarias de tecidos.

“O Córrego Giovanetti tem sua nascente próxima ao distrito industrial onde estão localizadas algumas indústrias têxteis, e, ao desaguar no Córrego Mollon gera um contraste. Às águas do Córrego Giovanetti possuem uma coloração escura (azul marinho) e o Córrego Mollon uma coloração clara (cinza), o primeiro poluído com resíduos industriais e o segundo com esgoto. O Córrego Mollon é afluente do Ribeirão dos Toledos (...) que também recebe todo esgoto da região central da cidade.”

(OLIVEIRA e SILVA, 2003, p.5)

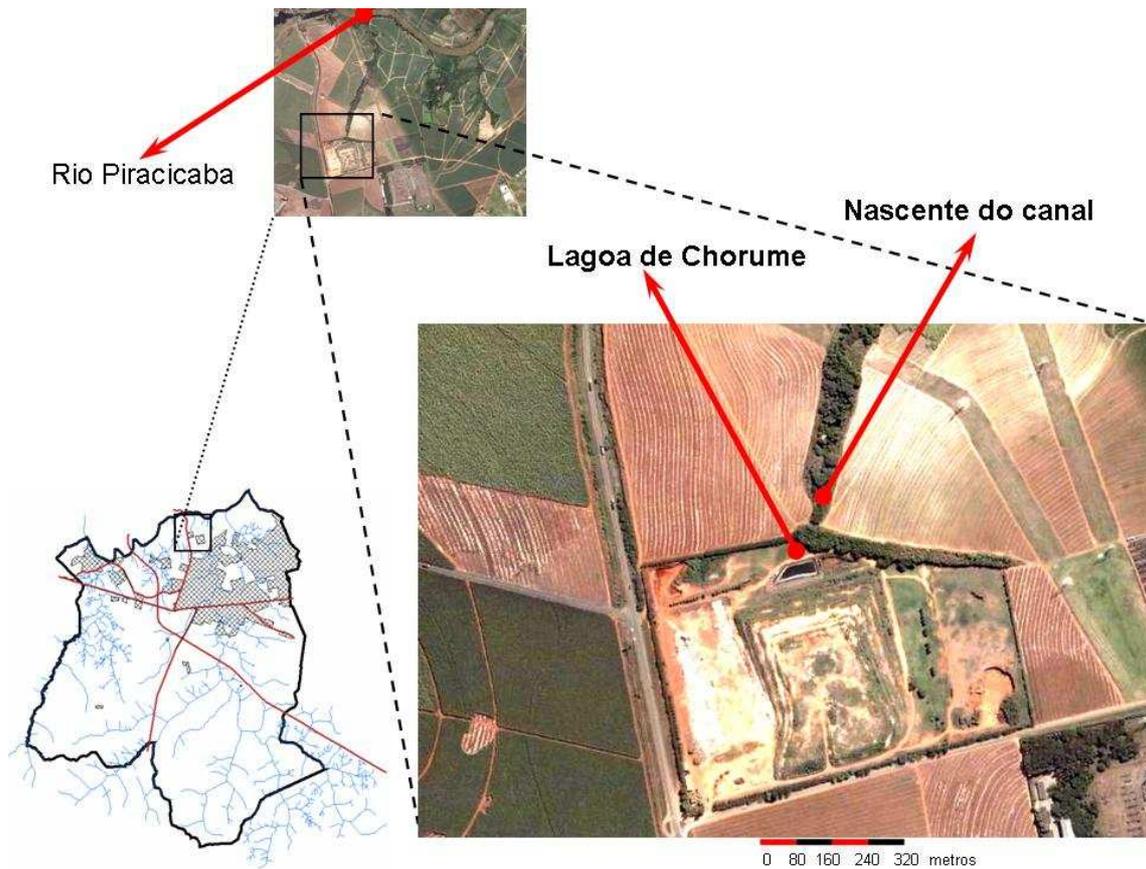


Figura 36 – Imagens de satélite datadas do último trimestre do ano de 2004 evidenciam a proximidade entre o aterro sanitário e a nascente de um tributário de primeira ordem do Rio Piracicaba.

Elaboração: Daniel H. Candido

Fonte: Software *Google Earth*

O tratamento do esgoto doméstico que é descartado no Ribeirão dos Toledos é uma preocupação antiga do município. Em 26 de abril de 1992 o jornal Diário de Santa Bárbara publicou reportagem relatando que o Sr. Isaías Hermínio Romano, prefeito municipal da época, estava buscando recursos financeiros junto ao governo estadual para construção de uma ETE (Estação de Tratamento de Esgotos). Porém, a construção desse sistema acabou sofrendo diversos adiamentos, somente se efetivando no ano de 2004.

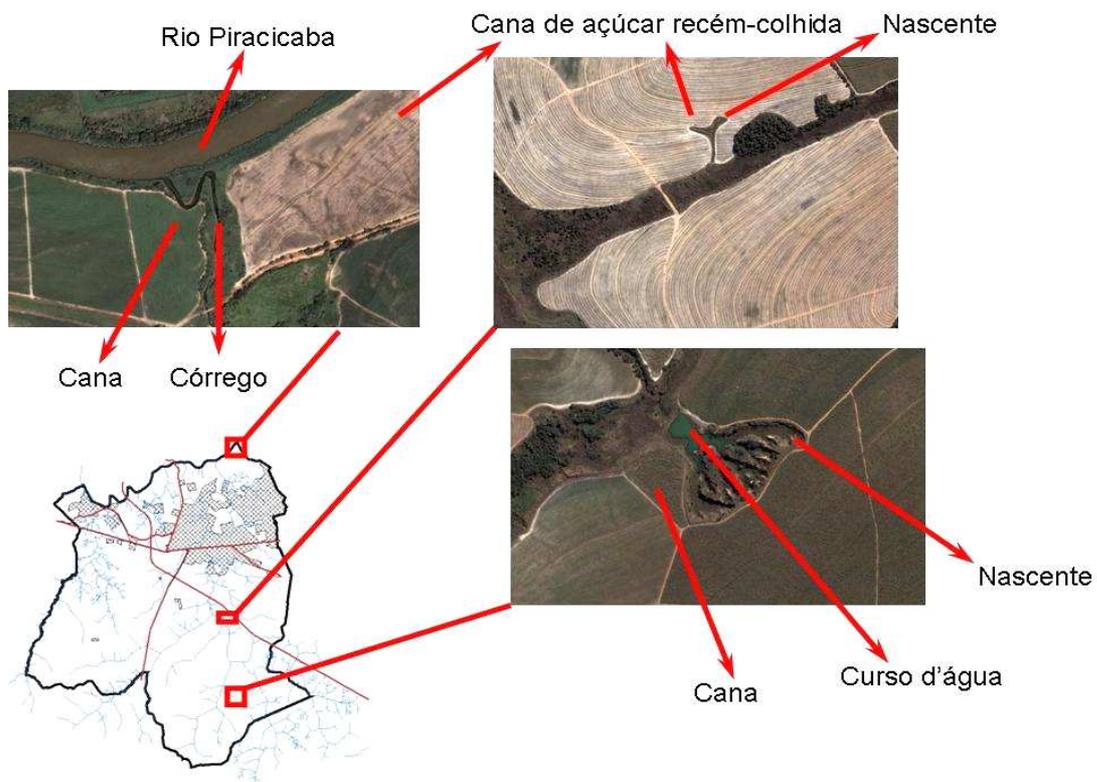


Figura 37 – Avanço das plantações de cana-de-açúcar sobre as APPs

Elaboração: Daniel H. Candido

Fonte: Software *Google Earth*



Figura 38 – Solo totalmente destruído pelo uso de maquinário pesado – nesse caso passou-se o arado dias após a cana-de-açúcar ter sido colhida mediante uso de queimada. É conveniente ressaltar que essa fotografia foi tirada a poucos metros das margens de um afluente do Ribeirão dos Toledos.

Autor: Daniel H. Candido (setembro de 2005)

A partir da criação da ETE I, cerca de metade dos efluentes de origem doméstica produzidos na cidade estavam passando pelo sistema de tratamento, que utilizava métodos biológicos para eliminação dos resíduos. No entanto, em 3 de março de 2006, o principal tanque de aeração dessa instalação se rompeu devido a falhas estruturais e desde então o esgoto voltou a ser lançado *in natura* no Ribeirão dos Toledos, o que já acarretou em processos e multas ambientais ao município (CETESB, 2006). Essa situação somente foi normalizada em junho de 2007, quando a ETE I foi novamente colocada em operação, contando com eficácia de 80% na eliminação de bactérias patogênicas³¹.

Gallo (2000) e Piacente (2006) também destacam que o Ribeirão dos Toledos é um dos maiores responsáveis pela depreciação da qualidade da água do Rio Piracicaba, devido a elevada carga de poluentes de origem doméstico e industrial lançados sem tratamento nesse corpo hídrico.

Anualmente a Secretaria de Meio Ambiente do Estado de São Paulo por meio da Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental-CETESB realiza um diagnóstico de qualidade da água em todas as 22 UGRHI do estado [...].

A elevada concentração de metais pesados e matéria orgânica [...] no Ribeirão dos Toledos é destacado no Relatório como [...] fonte expressiva de poluentes e contaminantes para o Piracicaba.

(PIACENTE, 2006, p.7)

A localização de dois cemitérios nas proximidades do canal principal do Ribeirão dos Toledos também merece destaque, visto que o necro-chorume, líquido proveniente da decomposição dos cadáveres, pode infiltrar-se no solo e acabar atingindo o canal, contaminando suas águas. Por isso é necessária a adoção de normas de construção visando o isolamento adequado dos túmulos desses cemitérios.

Outro aspecto de caráter hostil aos cursos d'água locais diz respeito às ações irregulares dos plantadores de cana-de-açúcar, que acabam se utilizando de áreas situadas às margens dos canais, desrespeitando a legislação ambiental em vigor no país, que determina que as margens de todos os cursos d'água devem ser consideradas áreas de preservação permanente (APP), devendo, portanto, estar livres de ocupação agrícola.

³¹ Informação constante nos sites www.culturadesantabarbara.com.br e www.sbnoticias.com.br – acessados em 25 de junho de 2007

A lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965 estabelece que:

Art. 1º As florestas existentes no território nacional e as demais formas de vegetação, reconhecidas de utilidade às terras que revestem, são bens de interesse comum a todos os habitantes do País, exercendo-se os direitos de propriedade, com as limitações que a legislação em geral e especialmente esta Lei estabelecem.

Parágrafo único. As ações ou omissões contrárias às disposições deste Código na utilização e exploração das florestas são consideradas uso nocivo da propriedade (art. 302, XI b, do Código de Processo Civil).

Art. 2º Consideram-se de preservação permanente, pelo só efeito desta Lei, as florestas e demais formas de vegetação natural situadas:

a) ao longo dos rios ou de qualquer curso d'água desde o seu nível mais alto em faixa marginal cuja largura mínima será:

1 - de 30 (trinta) metros para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura;

2 - de 50 (cinquenta) metros para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura;

3 - de 100 (cem) metros para os cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura;

4 - de 200 (duzentos) metros para os cursos d'água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscentos) metros de largura;

5 - de 500 (quinhentos) metros para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 (seiscentos) metros;

b) ao redor das lagoas, lagos ou reservatórios d'água naturais ou artificiais;

c) nas nascentes, ainda que intermitentes e nos chamados "olhos d'água", qualquer que seja a sua situação topográfica, num raio mínimo de 50 (cinquenta) metros de largura;

d) no topo de morros, montes, montanhas e serras;

e) nas encostas ou partes destas, com declividade superior a 45°, equivalente a 100% na linha de maior declive;

f) nas restingas, como fixadoras de dunas ou estabilizadoras de mangues;

g) nas bordas dos tabuleiros ou chapadas, a partir da linha de ruptura do relevo, em faixa nunca inferior a 100 (cem) metros em projeções horizontais;

h) em altitude superior a 1.800 (mil e oitocentos) metros, qualquer que seja a vegetação.

Parágrafo único. No caso de áreas urbanas, assim entendidas as compreendidas nos perímetros urbanos definidos por lei municipal, e nas regiões metropolitanas e aglomerações urbanas, em todo o território abrangido, observar-se-á o disposto nos respectivos planos diretores e leis de uso do solo, respeitados os princípios e limites a que se refere este artigo”.

(BRASIL, 1965)

A demarcação de tais áreas e respeito a essa lei é importante, pois as matas ciliares são formações constituídas por vegetações higrófilas que margeiam os canais pluviais, desempenhando papel preponderante na proteção do próprio curso d'água atuando na regularização do regime hídrico, prevenção de erosão e assoreamento, além de desempenha a importante função de abrigar e proteger formas de vida terrestres e aquáticas locais. Auxilia também na manutenção da qualidade da água, na medida em que possibilita redução do escoamento superficial de águas pluviais que se dirigiriam diretamente aos canais, carregando consigo diversas impurezas.

A Figura 37 aponta alguns locais onde pode ser observado o uso agrícola de áreas situadas a distâncias inferiores a 30 metros dos canais, prática que, entre outros impactos, pode modificar o regime hídrico dos canais, provocando danos à população que habita e/ou se utiliza das águas a jusante dos canais.

Em 1993 foi elaborado o Programa de Proteção aos Mananciais de Abastecimento Público nas Bacias dos Rios Piracicaba e Capivari. Em seu segundo capítulo, o relatório descreve que a degradação dos canais ocorreu em decorrência do incentivo governamental a industrialização e agricultura, sem a existência de um planejamento adequado. Segundo o mesmo relatório, esse quadro se agravou de tal modo que nem mesmo as matas ciliares, teoricamente protegidas pela legislação, foram poupadas. (RICARDO e ROMANI, 1993).

Tais aspectos relacionados ao avanço das culturas em direção as APPs puderam ser comprovados mediante trabalhos de campo, sendo que em um deles foi possível visualizar maquinaria agrícola pesada trabalhando nas bordas dos canais (Figura 38), atividade que

pode causar impactos diretamente relacionados ao manejo inadequado do solo. O uso de equipamentos pesados pode levar à compactação do solo³² causando supressão na absorção de água, dando origem a ravinas e voçorocas, carregando grandes quantidades de sedimentos, assoreando os canais envolvidos na drenagem local.

É generalizada a prática de queimada nas plantações de cana-de-açúcar, ação adotada para eliminar as folhas cortantes do vegetal e matar ou afugentar possíveis animais peçonhentos que ali vivem, facilitando assim a colheita. O uso de máquinas colheitadeiras ainda é pouco difundido dado as onerosas despesas geradas pelos equipamentos. Essas queimadas são realizadas sem respeito algum ao meio local de modo que, em alguns casos, o fogo chega a permear as poucas reservas de mata nativa existentes nas bordas dos canais, chegando a até mesmo invadir essas APPs.

Após a queima, o solo é novamente preparado para o replantio. Trata-se de uma época na qual os canais ficam extremamente suscetíveis aos impactos advindos da possível ocorrência de precipitações, pois a água ao cair no solo desnudo carrega consigo grandes quantidades de sedimentos, cinzas remanescentes das queimadas e eventuais contaminantes que ali estejam.

Um impacto secundário das queimadas é que, teoricamente, é possível que estas propiciem um aumento na concentração das precipitações locais, pois o calor gerado pode iniciar um processo convectivo que originaria nuvens do tipo *cumulus* (Figura 39). Além disso, parte da fuligem lançada na atmosfera pode atuar como núcleos de condensação³³ aumentando os montantes pluviométricos das proximidades.

³² Através de um processo conhecido como “pé-de-arado”, que consiste na formação de uma laje de solo fortemente compactado abaixo do nível de abrangência do equipamento. Essa compactação dificulta a infiltração de água e impede o desenvolvimento do sistema radicular de algumas espécies vegetais, sobretudo as de médio ou grande porte.

³³ Núcleos de condensação consistem em partículas higroscópicas, ou seja, que têm a capacidade de aglutinar a água em suspensão ao seu redor. Com o aumento de peso devido a coesão de mais gotículas elas acabam se precipitando, dando origem à chuva.

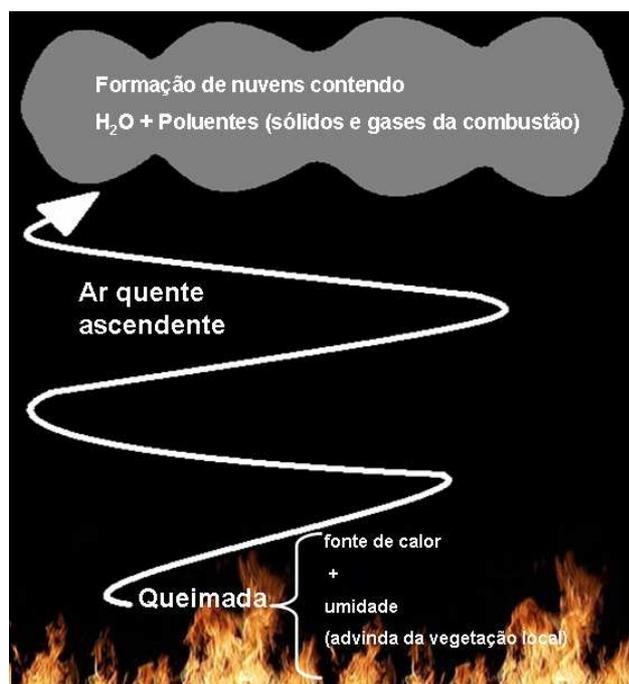


Figura 39 – Processo de formação de nuvens por influência de queimadas

Elaborada por Daniel H. Candido



Figura 40 – Queimada em plantação de cana-de-açúcar, às margens de um corpo d'água.

Autor: Daniel H. Candido

Piacente (2006) destaca que estudos apontam a geração de 4 quilos de ciscos (fuligem) para cada tonelada de cana queimada. Considerando que a produção municipal anual é superior a 1.100.000 toneladas³⁴ temos um total de 4.400 toneladas de materiais particulados sendo lançados na atmosfera a cada ano pelas queimadas promovidas pela agroindústria açucareira do município. Essa grande quantidade de poluentes pode, além de provocar alterações no regime de precipitação local, induzir a ocorrência de problemas respiratórios na população.

A Figura 40 retrata uma queimada realizada na noite de 22 de junho de 2007 em um canavial da zona rural do município. Durante a observação foi possível notar que o fogo atingiu áreas bastante próximas ao lago exibido na Figura, indicando que as plantações estavam invadindo áreas de proteção. A observação empírica desse incêndio também permitiu a visualização de pássaros partindo em fuga, o que permite inferir sobre a mortandade de aves, mamíferos, répteis, insetos, aracnídeos e outros espécimes que usam tais plantações como refúgio.

Além dos aspectos já citados, merecem menção os transtornos causados pelas técnicas de cultivo e produção, que podem causar impactos generalizados que podem atuar tanto no meio físico quanto no que se refere ao bem estar da população local.

No cultivo de cana-de-açúcar é muito comum a utilização de vinhaça³⁵ como adubo. Esse viscoso líquido fermentado é aspergido sobre as culturas deixando como traço o forte odor característico, que pode se espalhar por vários quilômetros do local de origem. Essa técnica é utilizada sob o pretexto de se tratar de uma prática benéfica ao ambiente, pois desse modo as usinas estariam evitando o lançamento desse rejeito nos rios e córregos. Porém, a cada episódio de chuva intensa é possível observar os resíduos depositados no solo sendo arrastados em direção aos cursos d'água, poluindo-os e chegando inclusive a causar mortandade de peixes por supressão do oxigênio dissolvido. Além disso, há de se considerar que tais resíduos carregam consigo uma certa quantidade de metais pesados advindos dos processos industriais de destilação, pois os tonéis e tubulações utilizados são confeccionados em metais que liberam resíduos potencialmente tóxicos, como zinco, cobre,

³⁴ Informação retirada do *website* do Sistema de Informações Energéticas da USP (<http://infoener.iee.usp.br>)

³⁵ Vinhaça, vinhoto ou restilo são os nomes dados ao resíduo fermentado de forte odor resultante da destilação do caldo de cana para produção de álcool. Por ser rico em bactérias e outros elementos patogênicos, esse líquido pode provocar graves problemas ambientais.

cromo manganês níquel e chumbo (RAMALHO e SOBRINHO, 2001), podendo assim contaminar o freático através de infiltração.

No início da década de 1970, algumas edições dos jornais locais já relatavam a existência desse problema no município, acusando as usinas de poluírem os rios com matéria orgânica proveniente do uso agrícola da vinhaça. Segundo a edição de 6 de agosto de 1974 do jornal d'Oeste, as águas que chegavam às torneiras das residências, apesar de passarem por um sistema de tratamento, apresentavam odor e sabor desagradáveis, em função da decomposição da matéria orgânica ali presente. Apesar de todas as manifestações negativas por parte da população local, o uso desse caldo bacteriológico como fertilizante continua sendo praticado até os dias atuais.

Outra grave denúncia encontrada nos arquivos jornalísticos do município se refere à drenagem de lagoas naturais para ganho de terras agriculturáveis. Segundo o jornal Diário, do dia 1 de outubro de 2003, um grupo de pequenos sítiantes locais procurou o Departamento de Água e Esgoto do município (DAE), para fazer a denúncia de que uma usina estaria realizando tal prática, que comprometeria as reservas subterrâneas de água nas proximidades.

Conforme transcrito da reportagem,

De acordo com os sítiantes, na região do São Luís havia três lagoas, que juntas dava (sic) um total de 70 alqueires de área alagada, mas hoje há somente resquícios [...]

J.M. contou que foi mecânico de uma máquina retroscavadeira que trabalhou na drenagem do local. Ele disse que na região havia três lagoas que eram interligadas, mas hoje há somente uma valeta de dois metros onde foi a lagoa. Com a drenagem, revelou, que a usina plantou arroz no local e depois cana-de-açúcar.

O texto ainda alerta que essas lagoas proviam uma reserva importante de água a essa população, abastecendo vertedouros nas proximidades do Ribeirão São Luís e que os sítiantes estariam reivindicando o restabelecimento das lagoas, pois estavam observando o esgotamento das águas dos poços existentes em suas terras.

Toda a degradação ambiental aqui descrita culmina no aumento da poluição do já comprometido Rio Piracicaba, tendo em vista que todas as bacias do município acabam por desaguar nesse canal. A poluição do Piracicaba tem sido alvo de preocupação desde o final da década de 1960, intensificando-se na década de 1970, conforme registrado por Sebastianes (1992) e pelas reportagens dos jornais locais acrescentadas nos anexos desse trabalho.

10 - As inundações em Santa Bárbara d'Oeste

Na tentativa de amenizar o impacto de eventos intensos de precipitação, os poderes municipal e estadual têm realizado diversas obras ao longo da bacia do Ribeirão dos Toledos. Entre 1960/1970 foram executadas obras de retificação e canalização de alguns canais considerados mais problemáticos. Na década de 1980 diques foram construídos às margens do Ribeirão dos Toledos; porém, estes se romperam em pouco tempo devido à ação erosiva das águas. No final da década de 1990 foi realizado o alargamento do canal sob uma passagem de via férrea que, segundo o setor de engenharia da prefeitura municipal, era a responsável pelas inundações ocorridas nas proximidades da zona central do município. Desde 1960 os jornais locais retratam o uso de máquinas do tipo *Drag-Line* (dragas) para manutenção da profundidade do Ribeirão dos Toledos.

A despeito dessas obras antienchentes, as chuvas nunca deixaram de causar danos à municipalidade, ressaltando que as chuvas do dia 24 de março de 2006 provocaram novas inundações em diversos pontos da cidade (Figuras 41 e 42), especialmente nas áreas mais baixas situadas às margens do Ribeirão dos Toledos. É importante atentar para o fato de que alguns moradores relutaram em abandonar suas residências, aumentando o risco de contaminação por eventuais agentes químico/biológicos transportados pelas águas poluídas.



Figura 41 – Inundação ocorrida em 24/03/2005 atingiu diversas ruas construídas na várzea do Ribeirão dos Toledos, nas cercanias da zona central do município.

Autor: Daniel H. Candido



Figura 42 – Águas do Ribeirão dos Toledos invadem instalação comercial na Avenida Corifeu de Azevedo durante a inundação de 24/03/2005.

Autor: Daniel H. Candido

10.1 - Abordagem do problema das inundações pela imprensa local

Esse levantamento histórico das inundações ocorridas no município foi feito por meio de buscas nos jornais pretéritos do município, constantes no acervo da Biblioteca Municipal Maria A Nogueira. Esse acervo, de acesso público, consiste em diversos cadernos contendo os principais jornais do município agrupados de acordo com sua data, desde a segunda metade da década de 1950.

De modo geral, não é muito comum a imprensa realizar uma descrição pontual de que modo cada área do município foi atingida por um determinado evento. Porém, em alguns casos, as descrições jornalísticas estão dispostas de modo mais minucioso, fornecendo detalhamento suficiente para elaboração de um trabalho cartográfico indicando a área de abrangência de tais eventos.

Esse maior detalhamento da imprensa ocorreu, sobretudo, quando se registrou a existência de algumas particularidades inerentes à origem da inundação em questão, tais como:

- **chuvas bastante superiores às médias históricas** – quando os valores superam as médias, passam a causar transtornos mais aparentes, fazendo com que os órgãos de imprensa sejam de certa forma pressionados pela população afetada a realizar tal abordagem;
- **ocorrência de precipitação concentrada em um curto espaço temporal** – chuvas mais concentradas tendem a ser mais impactantes, de modo que a população sente necessidade de procurar por um esclarecimento, o que faz com que se aumente o interesse na publicação de reportagens abordando tal ocorrência;
- **chuvas acompanhadas de ventos intensos** – assim como no caso anterior, há uma necessidade de esclarecimento que aumenta a demanda por esse tipo de publicação;
- **abrangência espacial do evento** – quanto maior a área da inundação, maiores serão os transtornos decorrentes;
- **tempo de recorrência** – quanto maior o período sem registros de episódios semelhantes, mais detalhada será a cobertura da imprensa;
- **ferimentos, óbitos ou perdas materiais diretamente relacionadas ao fenômeno** – nesses casos, a divulgação da informação se torna essencial, tendo em vista que o

quinto inciso do código de ética da ANJ³⁶ (Associação Nacional de Jornais) prevê que estes veículos de imprensa devem “assegurar o acesso de seus leitores às diferentes versões dos fatos e às diversas tendências de opinião da sociedade”.

Outros fatores que também afetam a cobertura jornalística são aqueles que se referem à periodicidade do jornal e também ao tamanho da população do local. Durante a década de 1960, o único jornal existente na cidade era o Jornal d’Oeste, cuja periodicidade era semanal. Considerando a pequena população do município, isso não consistia em um problema, pois não havia um acúmulo muito grande de notícias. Porém, somente os eventos de inundação mais significativos eram considerados aptos a figurar no semanário, visto que pequenas ocorrências pouco afetavam a vida cotidiana.

Na segunda metade da década de 1970 os jornais passaram a circular duas vezes por semana e, na década de 1980, a cada dois dias. Não coincidentemente, foi um período de grande crescimento demográfico do município, quando diversos loteamentos foram aprovados – alguns deles próximos aos cursos de água – causando uma grande expansão da mancha urbana. Com essa expansão, maior número de pessoas ficou vulnerável às potenciais ocorrências de inundações, o que também melhorou o detalhamento da cobertura dos eventos ocorridos nesse período.

A partir de 1990 o jornal citado deixou de ser editado, passando então a ser utilizado o Diário de Santa Bárbara como fonte principal de informações. Como o próprio nome diz, esse periódico possui circulação diária, podendo assim abordar episódios mais pormenorizadamente. Foi, portanto, nessa década que apareceram as primeiras descrições detalhadas da ocorrência de enxurradas e alagamentos urbanos, sem relação direta com o transbordamento dos rios locais.

Como muitas das notícias transcritas apresentam nomes de bairros, optou-se por incorporar um mapa do município³⁷ a esse trabalho para facilitar a compreensão da distribuição espacial desses eventos. Cópias das reportagens consideradas mais relevantes também estão anexadas no final deste trabalho.

³⁶ Disponível em <http://www.anj.org.br>

³⁷ Cópia do mapa oficial do município, produzido pela Secretaria Municipal de Planejamento.

10.1.1 - Décadas de 1950 e 1960

A primeira notícia referente à ocorrência de precipitações intensas encontrada no acervo pesquisado data de 16 de abril de 1956, em uma edição do extinto Jornal d'Oeste. A reportagem consiste em uma pequena nota descrevendo o solapamento das guias das ruas centrais, que acabaram por destruir um mosaico português situado em frente a um templo da igreja presbiteriana. O jornal também cita que em episódios de chuvas registra-se acúmulo excessivo de água nas cercanias da praça central, principalmente ao redor da Igreja Matriz de Santa Bárbara.

Porém, a primeira notícia efetivamente tratando de inundação é datada de 24 de janeiro de 1965. A manchete publicada na primeira página do Jornal d'Oeste era: "ENCHENTES problema de difícil solução". Apesar de não serem encontradas reportagens anteriores retratando o problema, pelo teor do próprio título do artigo pode-se inferir que nesse momento as inundações já se consistiam em um empecilho às atividades normais do município, fato que fica mais claro observando a transcrição parcial do texto publicado. Para facilitar a visualização dos comentários optou-se pelo acréscimo de numeração romana entre parênteses, tomando-se o cuidado de não efetuar nenhuma alteração no conteúdo dos textos publicados.

ENCHENTES problema de difícil solução

O eterno problema(i) das enchentes, na parte baixa da cidade(ii), está se tornando uma dor de cabeça para os nossos administradores que, até agora, não tiveram coragem de enfrentar e equacionar o assunto(iii).

Basta uma precipitação mais intensa(iv), basta uma represa abrir as suas comportas(v) e todo o Ribeirão dos Toledos, desde a chácara dos Sartori até o bairro da Cabreúva,(vi) fica completamente inundado trazendo um panorama constrangedor; além disso, há o perigo das epidemias, sempre tão atuantes nessas enchentes(vii). Terça-feira transata, foi tal a enchente que até as Indústrias Romi paralisaram parte de suas instalações. É deplorável.

O problema se nos apresenta de fácil solução. Basta, tão somente a BOA-VONTADE dos nossos dirigentes. A lógica e a técnica estão exigindo uma perfeita dragagem em todo o leito do Ribeirão dos Toledos que deve ser também aumentado nos seus laterais, propiciando uma retificação mais perfeita e ensejando a vazão mais rápida das águas(viii).

(Jornal d'Oeste, Ed.785, 24 de janeiro de 1965)

A numeração de alguns pontos da reportagem fez-se necessária para possibilitar que sejam tecidos alguns comentários referentes a esses aspectos:

- i)** A reportagem indica, logo em seu início, que se trata de um problema recorrente.
- ii)** Na época a chamada “parte baixa da cidade” ainda não era totalmente urbanizada. Na verdade, a maior parte dessas habitações consistia em loteamentos de chácaras e instalações rurais. O mapa de evolução da mancha urbana exibido na Figura 07 mostra que a urbanização somente invadiu as áreas ribeirinhas após o início da década de 1970.
- iii)** Por questões políticas o jornal passou a realizar uma forte oposição ao Sr. Ângelo Giubina, prefeito municipal na época. Esse fato fez com que as reportagens ficassem mais críticas em relação à administração municipal.
- iv)** Infelizmente a reportagem não especifica o que seria essa precipitação mais intensa. Porém, como veremos adiante, a ocorrência de inundações não está ligada apenas a intensidade da precipitação, e sim ao conjunto intensidade → distribuição espaço-temporal → particularidades locais.
- v)** Segundo o DAE, as inundações não têm relação alguma com aumento da vazão nas represas. Considerando que a própria instalação de uma represa altera o regime hídrico de toda a área do canal a montante pode-se afirmar que é questionável ausência de responsabilidade do órgão.
- vi)** O uso do termo chácaras reforça o fato exposto nos mapas de que, na época, a urbanização ainda não havia atingido as margens do canal.
- vii)** Essa preocupação com o risco da ocorrência de doenças relacionadas ao contato com águas contaminadas indica o uso do ribeirão como destino dos dejetos escoados pelo sistema de esgoto urbano.
- viii)** Nas décadas de 1960 e 1970 as obras de retificação eram bastante citadas como solução definitiva para o problema das inundações.

Em 5 de junho de 1966 a Edição do Jornal d'Oeste apresentou em sua primeira página uma reportagem intitulada “Retificação do Ribeirão dos Toledos”, onde foi exposto o problema das inundações e discutida a necessidade da realização de obras de dragagem e retificação do canal. O Ribeirão dos Toledos volta a figurar na primeira página desse mesmo jornal em 10 de outubro de 1968, porém por motivo diferente: a preocupação dessa vez é com o mau cheiro provocado pelo excesso de poluição. Como podemos ver na transcrição da reportagem, o artigo afirma que a poluição do canal está sendo intensificada devido a uma redução na vazão do rio.

O lamentável estado do Ribeirão dos Toledos

[...] É preciso que a população saiba o que ocorre no principal ribeirão que circunda a cidade: a administração pública deliberou construir nova ponte na estrada que vai a Cachoeira, antes da Chácara Cavalheiro. Naquele local o Ribeirão dos Toledos tinha o seu leito em forma de 'U' e os nossos administradores resolveram escavar novo leito [...] em linha reta, para dar maior vazão às águas. [...] Acontece, entretanto, e nisso está o grande e clamoroso erro, que a abertura do novo leito ficou oitenta centímetros acima do nível das águas, havendo conseqüentemente, um represamento a montante da nova ponte, causando dessa forma redução da correnteza [...].

O Ribeirão dos Toledos, na sua marcha secular, encontrou aquele novo obstáculo criado pela engenharia moderna e empírica de quem nunca, absolutamente nunca, entendeu de hidráulica [...] e o pior aconteceu: hoje o Ribeirão dos Toledos é um vasto mar estagnado de detritos e monturos em decomposição, exalando um terrível mau cheiro que, acima de tudo, é nauseabundo, nojento, repugnante, ferindo nossos brios de gente civilizada. Com o represamento dessa matéria putrefata, formou-se uma crosta de polegadas [...] que é habitat para a proliferação dos terríveis pernilongos que infestam a cidade [...]. Se fossem somente os pernilongos, a nossa paciência seria beneditina. Mas, acima de tudo, tememos por um surto epidêmico de conseqüências imprevisíveis [...]

(Jornal d'Oeste, Ed.1072, 10 de outubro de 1968).

A reportagem de 1968 deixa clara a preocupação com outro aspecto, bastante observado nesse canal: aumento da poluição associado à redução no fluxo de água nos anos menos chuvosos. Como descrito anteriormente, as características geomorfológicas da bacia do Ribeirão dos Toledos o deixam em uma situação favorável à ocorrência de assoreamento, o que aliado às baixas precipitações pode ter graves conseqüências no que diz respeito a velocidade de escoamento da água no canal. Esse problema persiste, de modo que atualmente ainda se observa a estagnação da água durante os meses de inverno de alguns anos.

No caso citado, temos como agravante o fato de que, em todo o ano de 1968, foram medidos apenas 869 milímetros de precipitação, o que torna esse o ano mais seco de toda a série analisada (50 anos, compreendidos entre 1953 e 2003). O período de estiagem foi bastante prolongado, perdurando de março a setembro, quando se registrou uma precipitação média de 31 mm ao mês. Um morador antigo do município relatou que ainda se lembra do evento dizendo que “a estiagem foi tão forte que chegou a secar até mesmo os pés de cana dos canaviais. Procissões eram realizadas para efetuar a lavagem de estátuas de santos pela população, na esperança de que isso pudesse provocar alguma chuva”.

Os dados de precipitação e a declaração do morador permitem hipotetizar que o jornal comete um equívoco ao julgar que um provável erro nas obras de construção de uma nova ponte foi o único responsável pelo incremento da poluição no local. Realmente, tal erro pode ter existido, porém, não pode ser eleito como o único culpado, tendo em vista a reduzida pluviometria do período que antecedeu a publicação.

10.1.2 - Década de 1970

No dia 1 de fevereiro de 1970, o Jornal d'Oeste publicou uma pequena reportagem esclarecendo que uma estação de rádio local (Nova Brasil AM) estava fora do ar devido ao fato dos equipamentos de sua central de transmissão estarem locados em área que fora inundada durante o transbordamento do Ribeirão dos Toledos, provocado pelas chuvas dos dias anteriores. Nesse mesmo mês o jornal ainda veiculou duas reportagens abordando inundações deflagradas pelas intensas chuvas ocorridas naquele verão.

Grandes enchentes

Santa Bárbara d'Oeste, domingo último foi assolada por grande enchente, que inundou toda a parte baixa da cidade, levando pânico a diversos moradores das vilas Godoy, Sartori e Lola. A água alcançou níveis recordes nos últimos tempos, e os antigos moradores foram unânimes em afirmar que a enchente [...] só se igualou a do ano de 1929 [...]. Com as últimas chuvas caídas no município e na cidade de Monte Mor, onde verdadeira tromba d'água desabou, as águas tomaram o rumo de nossa cidade, alcançando a represa de Cillos que viveu momentos dramáticos, tal a quantidade de água que chegou a ameaçar aquela represa.

[...]

Nossa reportagem contou onze famílias que foram deslocadas de seus lares já que as águas ofereciam grande perigo. Uma indústria têxtil localizada defronte o Ribeirão dos Toledos teve todas as suas instalações danificadas [...]. Domingo a noite circulava o rumor de que a represa de Cillos estava prestes a abrir as suas comportas e de imediato o Sr. Bráulio Pio³⁸ seguiu para aquele local, em companhia do engenheiro municipal [...]. Felizmente a represa aguentava o grande fluxo de água vindo de outros municípios [...]. Nas indústrias Romi, uma vez mais, as águas fizeram grandes estragos, invadindo diversos departamentos, e arrastando no seu caudal material, tambores, madeiras etc.

Um poste da Cia. Paulista de Força e Luz, localizado ao lado da ponte nova da Estrada da Cachoeira, ao lado do cemitério, não resistiu à erosão provocada pelas águas e passou a oferecer perigo, já que o poste conduzia alta tensão de 11.000 volts [...]

Foi, em suma, uma grande enchente, somente comparável a de 1929.

(Jornal d'Oeste, n.1216, 26 de fevereiro de 1970)

³⁸

Bráulio Pio foi prefeito municipal de Santa Bárbara d'Oeste entre os anos de 1969 e 1973.

Esse artigo apresenta alguns aspectos que valem ser destacados. O primeiro deles consiste no uso do termo “parte baixa da cidade” para descrever as áreas mais próximas ao Ribeirão dos Toledos, como na reportagem de 1965. Porém, ao contrário do artigo da década de 1960 que deixava claro tratar-se de zona rural, o texto assinala que existiam pessoas morando em três bairros existentes nesses locais, o que evidencia um certo avanço da urbanização em direção às margens do Ribeirão.

O segundo aspecto está na referência a uma inundação ocorrida em 1929. Esse evento também foi citado em reportagens posteriores, o que pode dar certa consistência a informação de que houve uma grande inundação nessa data. Infelizmente, não foi possível levantar nenhum arquivo escrito na época, reportando tal ocorrência.

Um terceiro ponto a se enfatizar é o fato de ser citada a ocorrência de uma forte chuva na cidade de Monte Mor, que se situa nas cabeceiras de duas bacias hidrográficas que compõem Santa Bárbara: Toledos e Alambari. Não é rara a observação de alterações no nível desses rios em função de chuvas ocorridas a montante. Nesse ponto, também vale destacar: o uso do termo “tromba d’água” também pode ser usado como referência a turbilhões de ventos circundantes ao redor de um núcleo de baixa pressão sobre o oceano ou grandes corpos d’água (tornados); nesse caso, utiliza-se a palavra “tromba”, pela semelhança existente entre o formato desse fenômeno e uma tromba de um animal. Já a imprensa normalmente utiliza esse termo como sinônimo de precipitações intensas e concentradas.

O quarto item a ser observado se refere ao número de desabrigados. Devido ao baixo índice de ocupação das áreas inundáveis, mesmo se tratando de um evento bastante intenso, somente 11 famílias tiveram que ser deslocadas de suas residências, número que se modifica bastante com o passar dos anos.

Um último aspecto que merece ser citado está no fato de outras notas presentes na mesma edição indicarem que se propagaram boatos a respeito de possíveis danos causados na represa localizada a jusante do município, o que estaria colocando a população em risco. Dada a existência de temor generalizado nas situações de *hazards*, é perfeitamente possível que surjam diversos rumores intensificando os reais impactos ocasionados pelos eventos.

Salienta-se ainda que, segundo os dados do DAEE, esse foi o décimo maior evento de precipitação já registrado no município, totalizando 110 milímetros de chuva em um período de 24 horas, conforme pode ser visto na Tabela 23.

Durante os 10 últimos dias de janeiro de 1972 foi registrada uma precipitação total de 200 milímetros, culminando com um episódio com queda de 70 milímetros em período inferior a 24 horas. Contudo, a única referência jornalística encontrada para esses eventos consiste em uma pequena nota na primeira página do Jornal D'Oeste relatando que as fortes chuvas haviam danificado o pavimento asfáltico de algumas ruas e estradas do município. Provavelmente existiram inundações nesse período, porém a imprensa local não deve tê-las considerado relevantes o suficiente para figurar entre as notícias.

Em 3 de outubro de 1974 a manchete do Jornal D'Oeste apresentava a frase: “E a chuva voltou, violenta”. Apesar dos pluviômetros terem registrado apenas 25 milímetros de precipitação no dia do evento, a reportagem relata que, após uma longa estiagem, ocorreu o retorno das chuvas, que vieram de forma intensa, acompanhadas de granizo e fortes ventos. Algumas casas perderam antenas, árvores caíram e a igreja matriz foi totalmente destelhada. O texto ainda descreve que todos os telefones da cidade permaneceram inoperantes por vários dias.

O ano de 1975 foi marcado pelo baixo montante de precipitação, que foi notícia em algumas edições dos jornais, como a publicação de 21 de setembro, cujo texto descreve que a forte seca, aliada às geadas comprometeram as plantações e pastagens locais.

A única reportagem sobre precipitação desse ano foi veiculada no dia 10 de julho, com o título: “Vendaval de sábado danificou sede do União A. Barbarense”. A precipitação nesse dia foi de apenas 15 milímetros, mas a reportagem deu grande destaque ao episódio devido ao forte vento que agiu de modo localizado, destruindo somente a estrutura do clube citado, deixando intacto o restante das residências da cidade.

A precipitação registrada em 1976 foi superior à média histórica, sendo que dois registros jornalísticos relacionados a eventos de precipitação foram encontrados nos arquivos: o primeiro se refere ao Jornal d'Oeste do dia 25 de janeiro, que noticiava um desabamento de residência no bairro Gerivá, que deixou duas pessoas feridas. Segundo o texto, esse desabamento teria ocorrido em função de chuvas associadas a fortes ventos. Os registros pluviométricos indicam que a precipitação desse dia foi de 41 milímetros. O

segundo registro desse ano consiste em uma nota datada de 3 de junho, descrevendo os danos provocados por um temporal ocorrido em 28 de maio. O episódio veio acompanhado de fortes ventos, que deixaram muitas antenas retorcidas e telhados danificados. Foram registrados 66 milímetros de precipitação nesse dia. É importante salientar que a reportagem faz referência à onda de frio que sucedeu o registro, o que permite inferir que se tratou de um evento de origem frontal, formado pelos contrastes atmosféricos comuns nessas latitudes durante essa época do ano.

Em 1977 houve uma única reportagem diretamente relacionada com episódios pluviométricos. Trata-se de um artigo publicado em 23 de janeiro, na primeira página, sob o título: “Jardim Sartori em estado de calamidade”. Ela disserta sobre o estado calamitoso em que o bairro se encontrava após a ocorrência de inundações. É feita uma cobrança à prefeitura quanto à conclusão de obras de aterramento iniciadas há algum tempo no local. Convém salientar que esse mês de janeiro foi bastante chuvoso, totalizando 462 milímetros.

Nenhuma reportagem relacionada com eventos de precipitação foi encontrada no ano de 1978. Todavia, foi notada a presença constante de denúncias quanto à elevada poluição do Ribeirão dos Toledos, o que pode indicar que esse foi um ano mais seco, tendo em vista que os poluentes aumentam a concentração na ausência de chuvas devido a menor disponibilidade de água para sua diluição. Essa hipótese é reforçada pela observação do gráfico com as pluviometrias anuais apresentados na Figura 13.

O ano de 1979 foi igualmente seco, com muitas reportagens relatando a elevada concentração de poluentes nos canais. No entanto, um episódio de 75 milímetros foi registrado pela edição do Jornal d’Oeste de 4 de janeiro desse ano, que relatou que a forte chuva atingiu toda a região, alagando as áreas mais baixas da cidade. A reportagem ainda afirma que “Várias pessoas tiveram suas vidas ameaçadas quando as águas invadiram suas casas”. A inundação derrubou duas casas e destruiu parte do trabalho de asfaltamento que estava sendo realizado na Avenida Tiradentes³⁹. Também há relatos de que a obstrução de bueiros provocou danos em alguns pontos da cidade.

³⁹ Avenida situada na área central do município. Por estar localizada em fundo de vale possui topografia favorável à concentração do escoamento superficial.

10.1.3 - Década de 1980

Precipitação abaixo da média também foi observada no ano de 1980, sendo que apenas um evento extremo ocorreu nesse período. Apesar dos registros do DAEE indicarem a ocorrência de precipitação superior a 70 milímetros entre os dias 25 e 26 de junho desse ano, não foi encontrada nenhuma notícia abordando o assunto.

Para 1981 foram encontradas três referências às precipitações nas edições do Jornal d'Oeste. A primeira foi publicada na primeira página do jornal de 21 de janeiro, sob o título: "As chuvas e suas conseqüências". Essa reportagem relatava os danos provocados pelas chuvas ocorridas nos dias anteriores, destacando um alagamento em trevo da rodovia SP-304, muros de casas derrubados na Vila Godoy, transbordamento do Ribeirão dos Toledos com inundação do Jardim Conceição e problemas de enxurrada na Avenida Sábado Ronsini⁴⁰. O jornal relatou que choveu 40 milímetros, porém, os registros do DAEE indicam 58 mm em um único dia, sendo precedido por 97 mm nos 6 dias anteriores.

Em 10 de outubro desse mesmo ano, o jornal noticiou que chuvas de 35 milímetros associadas a fortes ventos provocaram desabamentos e destruição de beirais dos telhados de algumas casas. Curiosamente, os registros do DAEE indicam a ocorrência de precipitação somente em um dos três postos pluviométricos considerados nessa pesquisa, o que evidencia o surgimento de um evento espacialmente concentrado, comportamento típico das precipitações oriundas das nuvens cumulunimbus formadas pela convecção do ar em dias mais quentes. Pela característica da precipitação, bastante pontual, e pelo tipo de estrago provocado, pode-se hipotetizar que se tratou de um evento de microexplosão, o que não é incomum na área.

Ainda em 1981, o Jornal d'Oeste veiculou na primeira página de sua edição de 4 de novembro uma reportagem relatando que as condições atmosféricas de 1981 foram bastante instáveis, com fortes chuvas no início do ano, três fortes episódios de geadas atingido a região, quatro meses de estiagem severa, seguida pelo retorno das chuvas, que ocorreram com bastante intensidade nos últimos dias. O texto também faz referências ao surgimento de um ponto de alagamento defronte ao então recém inaugurado prédio da prefeitura municipal, responsabilizando o subdimensionamento das galerias pluviais pela ocorrência.

⁴⁰ Avenida situada em um fundo de vale, contando com uma tubulação central por onde constantemente escoava água derivada da canalização de um antigo córrego de pequeno porte.

As necessárias chuvas começam a trazer descontentamentos

Este ano, o clima está sendo bastante instável (*sic*), principalmente nesta região, pois no início houve grandes chuvas, como temporariamente ocorrem e, em seguida, o agropecuarista foi atingido por três fortes geadas consecutivas, e, após quase quatro meses de severa seca, que causou grandes perdas principalmente ao canavicultor e usineiro. Com isso, a safra de 82 será severamente atingida, pois a geada seguida de longo período de estiagem trará atraso na cultura, é o que garantem pessoas ligadas ao ramo.

Um dos bairros que vem sofrendo com as fortes chuvas dos últimos dias é o Santo Antonio [...], pois o loteamento foi feito aleatoriamente, sem critério lógico para se abrir ruas [...].

O prosseguimento da Avenida Monte Castelo, altura do nº1000, defronte ao belo e novo prédio da Prefeitura Municipal, também é alvo de constantes inundações, causando problemas no tráfego de veículos [...] o que segundo um responsável pelo setor, da prefeitura, seria falha das galerias de escoamento de água, pois são insuficientes para grandes volumes de água [...].

O artigo também relata que um engenheiro da prefeitura afirmou que o subdimensionamento dos canais das proximidades do novo prédio da prefeitura ocorreu em função de não ter sido previsto o aumento do volume de água causado pela impermeabilização do solo devido ao asfaltamento das vias dos novos bairros que ali surgiram, em função da construção do prédio no local.

Merece menção o fato de o artigo citar, logo no início do texto, a sentença “Este ano, o clima está sendo bastante instável”. O mais correto, nesse caso, seria dizer que as **condições atmosféricas** estavam instáveis, pois essas variações fazem parte das características climáticas do local. A confusão entre os termos **clima** e **tempo** são bastante comuns na imprensa, ocorrendo até os dias atuais.

O ano de 1982 apresentou pluviometria bastante superior à média histórica, o que foi amplamente noticiado pelos jornais locais. Em 9 de janeiro desse ano a edição do Jornal d’Oeste destacava em sua manchete que “Inundações deixam 50 famílias desabrigadas”. A reportagem descreveu a situação que a cidade ficou após a ocorrência de fortes chuvas que inundaram os bairros Sartori, Jardim Conceição, Vila Icará e Vila Oliveira, desabrigando cerca de 50 famílias e causando também grandes prejuízos materiais.

Segundo o texto, foram registrados 83 milímetros de chuvas durante a madrugada do dia 8, causando um considerável aumento nas águas da represa de Cillo; com isso, as comportas da represa tiveram que ser abertas; causando súbita elevação no nível das águas,

inundando assim uma grande extensão. A erosão provocada pela intensa velocidade de escoamento dessas águas causaram muitos problemas na cidade, solapando as bases de algumas pontes, deixando-as fora de condições de uso. Esse problema foi agravado pelo fato de ter-se registrado uma precipitação total de 205 mm ao longo dessa semana.

Nos dias que sucederam o evento, o mesmo jornal publicou, ainda, diversas outras reportagens, como a veiculada no dia 24 de fevereiro, descrevendo o andamento das obras de reconstrução das pontes atingidas. Ao todo, essa inundação desabrigou cerca de 300 pessoas, derrubou três pontes em área urbana e danificou outras três, além de causar prejuízos materiais a alguns setores do município. A Usina Furlan, na época a segunda maior produtora de açúcar e álcool do município, foi severamente atingida, perdendo 2500 sacas de açúcar e dezenas de motores elétricos. Na área rural, vários animais sofreram afogamento.

Em 24 de março do mesmo ano o Jornal d'Oeste publicou notícia destacando um intenso temporal na cidade, com chuva acompanhada de ventos fortes. Apesar da curta duração, o evento foi intenso o suficiente para destelhar residências, derrubar árvores e causar o tombamento de parte das plantações de cana-de-açúcar. A precipitação registrada no dia do evento não superou os 8 milímetros, de modo que não houve nenhuma inundação decorrente do fenômeno.

Uma nota do mesmo jornal no dia 29 de junho de 1982 relata o alagamento de uma residência situada na Rua Parentins, no Jardim São Francisco, que causou prejuízos de grande monta ao proprietário do imóvel. Nessa mesma rua um morador teve seu carro completamente coberto pelas águas. Tendo em vista que a precipitação no dia do evento foi de 64 milímetros, com total de 110 milímetros na semana, e que, em trabalho de campo, se constatou presença de aclive na rua citada, pode se conjecturar que a inundação ocorreu em função do grande escoamento superficial, provavelmente associado ao entupimento do sistema de drenagem da parte mais alta dessa rua.

Já na edição do dia seguinte, o mesmo jornal publicou a manchete “Ribeirão dos Toledos transbordou e fez desabrigados novamente”. A reportagem anunciava a ocorrência da segunda inundação no mesmo ano. Apesar dos mesmos bairros terem sido atingidos, dessa vez o número de desabrigados foi sensivelmente menor. A população acusava o DAE de ter aberto as comportas da represa, mas o departamento negou que tenha sido feita

qualquer alteração na vazão da barragem, inclusive porque esse órgão estaria se aproveitando das chuvas para armazenar o máximo de água possível para enfrentar o período de estiagem vindouro.

Em 1 de dezembro de 1982 o Jornal d'Oeste noticia, pela terceira vez no ano, a ocorrência de inundação do Ribeirão dos Toledos. Tendo dessa vez como título “Chuvas causaram nova enchente”, a reportagem relata que a inundação, ainda que menor que as anteriores, provocou transtornos à população, uma vez que foram atingidas diversas habitações situadas nas proximidades do canal. Novamente o jornal aborda a revolta dos moradores com a falta de posicionamento da prefeitura perante o problema.

A edição do Jornal d'Oeste de 3 de fevereiro de 1983 registra a ocorrência de inundação que atingiu oito bairros do município. Seria a quarta inundação desde janeiro de 1982. A precipitação registrada nesse evento foi equivalente a 83 milímetros.

Em 14 de maio do mesmo ano o jornal noticiou uma forte tempestade ocorrida durante o final da madrugada do dia 13. O evento combinou chuva com fortes ventos que provocaram grandes prejuízos em alguns pontos da cidade. Ressalta-se que o rastro de destruição causado pelo vento seguiu um padrão linear, bastante semelhante ao observado em um tornado ocorrido em 2006 nesse município, conforme abordado em trabalho de Nunes *et al.* (2007 inédito). O montante de precipitação registrado foi de 73 milímetros, o que seria perfeitamente capaz de provocar inundações. Supõe-se que, mesmo tendo ocorrido, não foram noticiadas, dado o destaque que a imprensa deu à destruição causada pelo evento eólico. O episódio continuou sendo abordado pelas edições seguintes do jornal, sendo que em 19 de maio há uma menção a ocorrência de inundação, que teria afetado as atividades de uma indústria do município.

Em 2 de junho, o jornal local menciona outra inundação, na qual as águas teriam atingido nível que superou em um metro a marca registrada no ano anterior. Ao longo da semana que antecedeu esse episódio foram registrados 178 milímetros de precipitação, culminando em 73 milímetros no dia do evento. Ao todo trinta famílias foram desabrigadas, sendo temporariamente alojadas em um estádio do município. O Jornal ainda coloca trecho de entrevista com o então prefeito municipal, Sr. José Maria de Araújo Jr., que declarou que “não existe uma medida a curto prazo para solucionar o problema das enchentes”.

Em 7 de junho o mesmo jornal publicou uma pequena nota na primeira página afirmando que o Ribeirão dos Toledos havia transbordado novamente, e que diversas pontes ameaçavam ruir. A precipitação desse dia foi de 39 milímetros, porém, o elevado montante acumulado nos dias anteriores fez com que o canal não suportasse o volume de água, inundando novamente as áreas baixas situadas no seu entorno.

Na edição posterior, o jornal publicou a reportagem intitulada: “Após a enchente, o drama dos desabrigados”, que realizou uma abordagem sobre o aspecto social do fenômeno, incluindo várias entrevistas com pessoas que foram desalojadas de suas residências. Pelo teor da reportagem é possível perceber que a maior parte dessas famílias era numerosa e possuíam baixa renda, muitas delas com chefes de família desempregados ou trabalhando sem registro oficial. A maioria dessas entrevistas está marcada pela presença de fortes críticas ao descaso e falta de ação da prefeitura local.

Na semana de 22 de outubro de 1983 novos episódios de chuvas intensas assolaram o município, totalizando 90 milímetros em quatro dias, o que fez com que a imprensa abordasse que o Ribeirão dos Toledos estava, novamente, prestes a transbordar. A reportagem também apresenta teor crítico, questionando o silêncio da prefeitura perante o problema. Cerca de 20 dias depois, em 10 de novembro, o Jornal d’Oeste reportou que moradores dos bairros mais vulneráveis estavam preocupados e solicitavam que a prefeitura considerasse o combate as inundações como item prioritário do plano de gestão municipal. Ainda nesse mesmo ano, mais uma inundação foi noticiada em 20 de dezembro. De acordo com a imprensa local, apesar das obras de construção de barreiras na forma de diques às margens dos canais, o rio não suportou a elevada carga de água proveniente das chuvas ocorridas nos dias anteriores – 150 milímetros em cinco dias - e os diques acabaram se rompendo.

Outro aspecto interessante que foi amplamente divulgado em várias edições desse ano foi o misterioso surgimento de um lago no Bairro São Fernando (pertencente à bacia do Córrego Barroco) após as intensas chuvas ocorridas em maio – o mês de maio mais chuvoso em toda a série analisada. O local recebeu da população o nome de “Lagoa dos Desempregados”. No centro desse lago a prefeitura havia perfurado um poço artesiano, que ficou submerso na ocasião. Especula-se que a alta precipitação fez com que a água do freático sofresse elevação, aflorando através da abertura desse poço. A topografia rebaixada

do local confinou toda essa água, que ocupou uma área de aproximadamente 100 mil metros quadrados.

Inicialmente, esse lago deu origem a uma área de lazer, na qual muitas pessoas se reuniam para tomar sol e nadar nas suas águas. Mas a proximidade do lago acabou influenciando o surgimento de uma pequena favela nas proximidades. Como a população se aproveitava da presença do lago para fazer o descarte do esgoto doméstico, a poluição transformou-se em um grave problema, sendo, inclusive, registradas ocorrências de hepatite entre os freqüentadores do local.

A urbanização avançou sobre a área de modo que, para eliminar o problema de saúde pública, a prefeitura optou pela drenagem do lago e realização de um aterramento do local. Porém, do mesmo modo que a topografia permitiu a formação de um lago, o local continuou sendo alvo de enxurradas e inundações.

Já 1984 foi um ano mais seco, com precipitação total um pouco superior aos 1000 milímetros. No entanto a memória das grandes inundações registradas no ano anterior permanecia, de modo que se percebe a influência desses eventos na abordagem da imprensa ao longo de todo o ano. Em 30 de junho o Jornal d'Oeste publicou uma reportagem cujo título expressa esse temor: “Apesar da estiagem, moradores ribeirinhos temem as enchentes”. Ao longo desse ano outras notícias semelhantes foram encontradas, contrastando com notícias sobre a mortandade de peixes devido a concentração de poluentes no ribeirão.

Em 1985 algumas inundações voltaram a ser registradas, sendo que dois desses episódios merecem menção: o primeiro deles foi noticiado no dia 24 de janeiro, destacando que os 75 milímetros de chuva da tarde anterior causaram inundações em várias ruas. Todavia, ao contrário dos anos anteriores, o Ribeirão dos Toledos não sofreu inundações, pois as chuvas ficaram espacialmente concentradas na área urbana do município. Todos os registros de alagamento estiveram associados à insuficiência das galerias pluviais, sendo que os pontos mais atingidos foram os bairros Mollon e Lagoa Seca (esse último surgido sobre o antigo leito da “Lagoa dos Desempregados”), todos situados na bacia do Córrego Barroco. Trechos da rodovia SP-304, que na época ainda não era duplicada, tiveram que ser interditados em função do acúmulo de água. O segundo evento foi noticiado na edição de 19 de março. A capa do jornal continha a frase: “Fortes chuvas desabrigam várias

famílias na região ribeirinha”. Com teor menos crítico e menor detalhamento, a reportagem se limita a descrição de quais bairros foram atingidos e dos totais de casas inundadas (no caso, 20 residências).

O início de 1986 ficou marcado pela ocorrência de uma intensa chuva de granizo acompanhada de fortes ventos. A edição de 28 de janeiro trouxe em sua capa um artigo descrevendo as áreas atingidas, com quedas de galhos e árvores e destruição de antenas e telhados. O jornal relata terem sido registrados 46 milímetros de chuva, mas os registros oficiais do DAEE indicam apenas 14 milímetros. Essa discrepância entre os valores pode ser decorrência da curta abrangência espacial do fenômeno. De qualquer modo, esses montantes não foram suficientemente elevados para originar inundações.

Em 4 de fevereiro o Jornal D’Oeste apresentou a manchete: “Drama na Vila Sartori. Enxurrada invade 42 casas”, acompanhada de reportagem relatando que, pela segunda vez na mesma semana, moradores tiveram suas casas invadidas por forte enxurrada, que chegou inclusive a derrubar alguns imóveis. Novamente observa-se grande concentração espacial do fenômeno, sendo que, enquanto um dos postos pluviométricos registrou quase 50 milímetros de chuva, os postos das cidades vizinhas não marcaram precipitação alguma.

Em julho e agosto do mesmo ano diversas edições do jornal relataram preocupação com a poluição dos rios locais, evidenciando novamente a ocorrência de forte estiagem.

No dia 19 de maio de 1987 foi divulgada uma reportagem relatando que as chuvas estavam causando preocupações na população. No último episódio, que compreendeu 37 milímetros precipitados em um curto período de tempo, algumas galerias pluviais da área central da cidade sofreram entupimento, inundando residências e estabelecimentos comerciais.

Em 29 de setembro o jornal noticiou a ocorrência de um forte vendaval que causou muita destruição. Segundo os dados apresentados, o episódio registrou ventos superiores a 100 km/h durante 20 minutos, provocando pânico na população. Quanto à precipitação, não foi muito elevada, ficando abaixo dos 30 milímetros.

O ano de 1988 apresentou precipitações bastante irregulares, intercalando registros de eventos extremos com um período de estiagem acima da média. Em 5 de março a imprensa abordou que as chuvas eram intensas e estavam fazendo com que equipes da Defesa Civil permanecessem de prontidão. As chuvas superiores a 50 milímetros provocaram fortes

enxurradas que invadiram algumas casas; no entanto, os moradores se recusaram a deixar suas residências. Apesar de toda essa chuva, técnicos do DAE local afirmaram à equipe de reportagem que o nível das represas estava dentro da normalidade.

No dia 19 de maio foi noticiado mais um episódio de vento extremo acompanhado de queda de granizo. Segundo descrição da reportagem, o evento durou apenas 30 segundos, porém a velocidade da movimentação do ar foi grande o suficiente para causar estragos ao longo de todo seu trajeto. A equipe da Companhia Paulista de Força e Luz – CPFL registrou 2500 chamadas relatando problemas na rede elétrica. Trechos de plantações de cana-de-açúcar foram retorcidos. Até mesmo pesados vasos de bronze dos túmulos do cemitério municipal foram retirados do lugar.

Curiosamente, os bairros atingidos seguem certo alinhamento o que, associado às descrições do fenômeno permite conjecturar que possa ter se tratado de uma tempestade tornádica. Essa hipótese é reforçada pela edição seguinte do mesmo jornal, cuja manchete era: “Foi furacão que atingiu a cidade”. O teor da reportagem fornece fortes evidências de que realmente tenha se tratado de um tornado. Como ainda hoje é muito comum observar jornalistas leigos, e até mesmo pesquisadores, fazerem confusão entre a nomenclatura desses fenômenos meteorológicos, é provável que em lugar da palavra **furacão**, na realidade deveria estar escrito **tornado**.

Logo depois a cidade foi assolada por uma nova tempestade, com forte precipitação, que perdurou meia hora, conforme retratado na edição de 24 de maio. As águas adentraram nas residências que já estavam destelhadas em função dos ventos da semana anterior. Alguns dias depois foi registrado frio intenso acompanhado de geadas, o que indica a situação de contraste atmosférico que culminou na formação das tempestades dos dias anteriores.

Os quatro meses seguintes foram estios, sendo observadas algumas notícias sobre a situação de possível problema de falta de água e preocupações quanto à poluição dos canais.

Em 11 de fevereiro de 1989 foi registrado um novo transbordamento do canal principal da bacia do Ribeirão dos Toledo. Esse evento foi deflagrado por uma precipitação de 40 milímetros – porém, a precipitação acumulada nos quatro dias anteriores superava 140 milímetros.

Um novo período de estiagem se iniciou no inverno desse ano, com várias reportagens referentes à poluição e pouca preocupação quanto à realização de obras antienchentes. Esse foi o último ano da publicação do Jornal d'Oeste, cujo declínio pode ser acompanhado através da redução do seu teor crítico em relação ao poder executivo municipal.

Devido à extinção desse jornal, a pesquisa passou a ser realizada com base no Diário de Santa Bárbara. Esse jornal se estruturava em dois diferentes cadernos, com número de páginas variando entre 12 a 50, conforme o volume de informações disponíveis na data. Dado o maior detalhamento desse veículo de imprensa, aliado aos avanços das técnicas empregadas na divulgação de informações, os documentos obtidos a partir desse ano passam a ser mais precisos. Em alguns casos observa-se a recorrência de informações sobre um mesmo evento em diferentes edições, através das quais foi possível acompanhar o desenrolar dos fatos relacionado a esses acontecimentos.

10.1.4 - Década de 1990

O primeiro registro da década de 1990 consiste em uma reportagem intitulada “Chuvas causam enchentes e desabrigam famílias na cidade”, publicada em 04 de janeiro de 1990. O artigo descrevia os aspectos da inundação desencadeada em virtude do que o jornal classificou como “a maior chuva dos últimos anos”. Consultando os registros do DAEE percebe-se que realmente se tratou de um evento extremo, com montantes superando 230 milímetros em uma semana, sendo que apenas no dia da inundação foram registrados 81 milímetros. A intensidade do evento pode ser notada na transcrição do texto jornalístico.

Desde a quarta-feira dia 27 de dezembro, as chuvas começaram a cair em Santa Bárbara d'Oeste e região, preocupando os moradores da região ribeirinha.

[...] nos primeiros dias o volume de água do Ribeirão dos Toledos não se alterou. A partir do dia 1º de janeiro com as chuvas se mantendo, o nível aos poucos foi aumentando e na noite de 2 de janeiro, terça-feira, as águas começaram a invadir casas no Vista Alegre, Jardim Conceição e Jardim Icaraí. Imediatamente a COMDEC – Comissão de Defesa Civil do Município, bem como o Corpo de Bombeiros foi acionada (*sic*) para auxiliar os moradores que tinham suas casas invadidas pela água.

Em 7 de julho o Diário de Santa Bárbara relatou a ocorrência de uma forte chuva de granizo na zona leste da cidade, com acúmulo superior a um metro e meio de gelo em

alguns pontos. Em 40 minutos choveu 56 milímetros; associada ao gelo, essa precipitação causou bloqueios no sistema de drenagem e conseqüentes alagamentos. O nível do Ribeirão dos Toledos se elevou bastante, faltando poucos centímetros para que se consumasse um novo transbordamento.

Em 4 de setembro o Diário publicou em sua capa uma reportagem sobre o trabalho de desassoreamento realizado pela máquina *Drag-Line* emprestada ao município pelo governo estadual. Em 29 de setembro outro texto salientava que a draga continuava sua operação em ritmo acelerado, atuando em cerca de 60 metros do canal por dia.

A capa da edição de 24 de janeiro continha uma nota relatando que o Ribeirão não havia transbordado após as obras de desassoreamento. Porém, o jornal omite o fato de que as chuvas registradas após a realização dessas obras estiveram bem abaixo das médias históricas.

Em 16 de março foi divulgada a execução de obras para construção de novas galerias pluviais, para se eliminar pontos de alagamento existentes em diversos locais da cidade.

Em 4 de abril de 1991 o jornal noticiou que as chuvas do último final de semana provocaram o rompimento da barragem da Represa de Cillo, causando perda de importante reserva de água ao município, que poderia sofrer racionamento no período de estiagem. O jornal responsabiliza as chuvas aliadas à má conservação da barragem pelo seu rompimento. Realmente foi uma precipitação bastante intensa, correspondendo a 80 milímetros de chuva; no entanto, sabendo que a engenharia para construção de barragens possui como norma a adoção de elevados períodos de retorno, o rompimento de uma barragem desse porte é fato inaceitável.

A prefeitura justificou a ocorrência, alegando que, apesar de servir ao município, a barragem estava em área privada, pertencendo então à Usina Bom Retiro, proprietária dessas terras. Legisladores de Santa Bárbara d'Oeste indicaram a necessidade de declarar tal local como área de utilidade pública, para que fosse possível iniciar assim um processo de desapropriação.

Em novembro, sete meses após o ocorrido, chuvas superiores a 70 milímetros causaram outro rompimento na estrutura da barragem, que estava sendo reformada pelo poder público. O volume excedente ocasionou uma pequena inundação no Ribeirão dos

Toledos, mas o nível da água não foi elevado o suficiente para atingir as residências, ficando restrita às ruas marginais ao canal.

Em 25 de março de 1992 foi noticiada uma intensa precipitação que causou alagamento da avenida Monte Castelo, defronte ao prédio da Prefeitura Municipal. Fortes ventos acompanharam a chuva e causaram queda do telhado de um estabelecimento comercial na área central do município.

O período de estiagem desse ano foi mais prolongado que o costumeiramente registrado, o que novamente fica evidenciado pela presença de notícias relatando a elevada poluição dos rios, como a reportagem publicada em 4 de junho de 1992:

Ontem, enquanto no Rio de Janeiro acontecia a abertura oficial da ECO-92, em Santa Bárbara acontecia um verdadeiro crime à ecologia. Centenas de peixes morreram devido à poluição no Ribeirão dos Toledos (...). Desde cedo, peixes podiam ser vistos boiando em busca do oxigênio que não existia na água.

No dia seguinte o Diário de Santa Bárbara publicou o resultado do laudo da Cetesb sobre o ocorrido, que responsabilizava a queda na vazão do ribeirão, em virtude das obras de recuperação dos danos causados pelas chuvas na represa de Cillo, como a principal responsável pela elevação nos índices de poluição.

Em 29 de outubro o Diário de Santa Bárbara registrou nova ocorrência de inundação, decorrente dos 64 milímetros de chuvas que atingiram a cidade. O entupimento de parte do sistema de drenagem foi o responsável. Quase um mês após o fato, em 24 de novembro, o mesmo diário jornalístico noticiou a ocorrência de um vendaval que teria destelhado casas e derrubado árvores, sendo acompanhado de 51 milímetros de precipitação, que causou alguns pontos de alagamentos, ligados ao escoamento superficial concentrado.

Uma nota publicada em 18 de fevereiro de 1993 afirmava que o desassoreamento do canal estaria surtindo resultado, sendo que mesmo as fortes chuvas dos últimos dias não foram capazes de provocar inundações. Uma pesquisa realizada junto aos registros do DAEE indicou que a precipitação da semana anterior a essa publicação correspondeu a 127 milímetros.

A manchete do Diário de Santa Bárbara de 5 de outubro de 1993 anunciava que uma “chuva forte na cabeceira aumentou o volume do Ribeirão dos Toledos”. Esse texto relata que as águas que precipitam nas cabeceiras dos canais levam cerca de oito horas para

atingir a área central, o que explicaria o aumento repentino do nível do canal, mesmo sem ter sido registrada precipitação significativa na cidade. O artigo ainda relata que essa foi a primeira ocorrência de aumento do nível das águas no ano, e que desde 1989 não se registrava transbordamento do canal.

Após mais um período de estiagem relativamente longo, o Diário do dia 21 de outubro reporta um vendaval que prejudicou o abastecimento de água na cidade, que já estava debilitado devido a estiagem. A mesma edição ainda enfatiza que as chuvas não foram suficientes para suprir as necessidades do município. Os dados do DAEE confirmam que se tratou de um episódio de apenas 4 milímetros.

Uma notícia publicada no Diário de Santa Bárbara do dia 23 de dezembro de 1994 tinha por título: “Ribeirão volta a transbordar após 11 anos. Vários bairros são atingidos”. O artigo ilustra a situação dos bairros ribeirinhos, que sofreram grandes transtornos devido à inundação deflagrada pelos 114 milímetros de precipitação registrados no dia anterior. As águas invadiram indústrias, comércios e residências, causando grandes prejuízos materiais e a morte, por afogamento, de dois garotos com idades de 11 e 12 anos.

No dia seguinte, o mesmo jornal publicou um balanço da atuação da prefeitura, relatando que mais de 100 pessoas estiveram envolvidas nas operações de resgates e auxílio às vítimas. O saldo foi de 18 famílias desabrigadas, 3 pontes interditadas, vários transformadores de energia elétrica desligados por questão de segurança e, devido ao excesso de lama, a captação de água da cidade foi interrompida.

É curiosa a forma que o jornal abordou a inundação ao afirmar que há onze anos não se registrava esse tipo de ocorrência no município. Observando as notícias anteriores é possível notar que em 04 de janeiro de 1990, ou seja, há menos de cinco anos, foi noticiada a ocorrência de uma inundação que atingiu diversos bairros. A segunda metade da década de 1980 também apresentou abundância de registros jornalísticos tratando desses eventos. Talvez, o assombro causado pela magnitude da precipitação⁴¹ tenha impulsionado o repórter a descrever o episódio de modo exacerbado.

No dia 14 de janeiro de 1995, o Diário de Santa Bárbara publicou uma pequena reportagem intitulada: “Precipitação já é maior que a de 94, diz DAE”. O texto versava

⁴¹ A Tabela 23 indica que esse evento correspondeu à sétima maior precipitação já registrada pelos pluviômetros do município.

sobre a intensa ocorrência de chuvas no início do mês de janeiro que, supostamente, já teria ultrapassado todo o montante registrado no ano anterior, conforme pode ser interpretado pela leitura da transcrição de trecho desse artigo.

O superintendente do DAE, engenheiro Jeferson Cerântola, divulgou dados mostrando que durante todo o ano de 94 houve precipitação de 283,00mm (média de 23,58 mm por mês). Sendo que em 93 a precipitação foi de 106,50 mm. Este ano, a precipitação já alcançou o nível de 98,20 mm até o dia 9 de janeiro, o que representa 34% do índice de 94, ou 126 dias de chuva do ano passado. Este índice demonstra que o volume do começo do ano está muito alto.

Como pode ser notado, há muitas inconsistências no trecho citado. Uma delas consiste no uso de duas casas decimais para indicação das medidas de precipitação, visto que os equipamentos que coletam informações desse tipo não possuem precisão que possibilite o uso de valores com tal exatidão.

Outro equívoco está nos próprios valores citados: em nenhum dos arquivos consultados foi encontrado valores próximos aos descritos. Salienta-se que somente regiões áridas apresentariam precipitações de 106 ou 283 milímetros anuais, como referido no texto. Na verdade, a precipitação nos anos citados foi de 1603 e 1783 milímetros respectivamente, o que inclusive está acima da média para o município que, como já citado, é de 1468 milímetros. Possivelmente a divulgação desses dados errôneos ocorreu pelo desconhecimento da dinâmica climática local por parte do engenheiro responsável. Pode também se afirmar que, tendo em vista as diferenças tão gritantes entre os valores divulgados e os realmente registrados, que faltou senso crítico ao entrevistado, o que fica ainda mais evidente quando se observa que há menos de um mês os jornais haviam divulgado a ocorrência de uma grande inundação no município.

Em 7 de fevereiro de 1995 a manchete do Diário era “Enchente castiga outra vez”, em alusão a inundação provocada pelos 264 milímetros precipitados nos três dias anteriores. Novamente várias famílias precisaram de remoção, o que foi realizado com auxílio de pequenos barcos. O jornal também relata que os moradores prejudicados estavam cobrando mais ação por parte da Prefeitura Municipal. Na mesma edição, técnicos da prefeitura afirmam que uma nova barragem seria construída pelo DAE para aumentar a capacidade de armazenamento de água do município, sendo que um efeito secundário desse obstáculo seria a redução da intensidade das inundações.

No dia 25 de março o jornal faz menção a uma intensa ventania que teria atingido quatro bairros da cidade. O episódio, com duração registrada de 20 segundos, atingiu a cidade às 4h30 da madrugada, destruindo diversas estruturas, sobretudo antenas, postes de energia e telhados de residências.

Outros episódios de ventos extremos foram registrados pela edição do dia 21 de outubro de 1995. Segundo a reportagem, duas formações tempestuosas atingiram a cidade. A primeira delas, na parte da manhã, não atingiu a cidade com muita intensidade, porém, algumas municipalidades da região registraram danos relacionados aos fortes ventos. Já a segunda formação atingiu alguns bairros com grande intensidade durante a tarde desse mesmo dia, deixando parte da cidade sem energia elétrica.

Em 06 de janeiro de 1996 uma notícia destacava que o total acumulado de chuvas em 4 dias superava os 140 milímetros. Apesar disso, o nível dos rios do município permaneciam pouco alterados. A reportagem atribui a ocorrência dessas chuvas à atuação de um vórtice ciclônico em conjunto com o deslocamento da Zona de Convergência do Atlântico Sul⁴², aliada às altas temperaturas ao nível do solo, que davam condições propícias para a formação de tempestades em todo o centro-sul do Brasil. No dia 9 de janeiro o Diário de Santa Bárbara destacou que as fortes chuvas causaram danos em todos os municípios da região, exceto em Santa Bárbara, onde, apesar de terem seus volumes aumentados, não houve transbordamento de nenhum canal. O único dano registrado foi na antena da Rádio Brasil AM que, como já ocorrido na década de 1970, foi inundada por situar-se em área rebaixada.

Poucos dias depois o Ribeirão dos Toledos não suportou o acúmulo de água, vindo a transbordar, conforme relatado pela edição do Diário de Santa Bárbara de 13 de janeiro de 1996. Várias casas foram atingidas, sendo que os moradores envolvidos foram realocados em casas de amigos e parentes. O jornal cita que, segundo o DAE municipal, foi registrada uma precipitação recorde de 127 milímetros, porém, os registros oficiais do DAEE indicam montantes ligeiramente superiores a 60 milímetros. O poder executivo ainda declarou que havia feito a sua parte, e que o principal culpado pela ocorrência seria a própria população,

⁴² Fenômeno também conhecido pela sigla ZCAS. O uso de terminologias mais adequadas evidencia uma melhoria na qualidade das informações divulgadas pela imprensa a partir de meados da década de 1990.

que não estaria colaborando com a situação, jogando materiais impróprios nos dutos das redes de drenagem.

No dia 19 de março do mesmo ano o jornal Diário destacou que dois imóveis foram inundados e parcialmente destruídos pelas chuvas concentradas em um curto espaço temporal. Destaca-se que nesse dia foram registrados 33 milímetros precipitados em apenas uma hora.

Em 11 de outubro, o mesmo jornal registra os danos causados por um intenso episódio de vento, que atingiu alguns bairros por aproximadamente dois minutos. A velocidade registrada superou os 80 quilômetros horários, o que acabou implicando em muitos danos diretos (destelhamentos, quedas de muros e de árvores) e secundários, (acidentes de trânsito, um atropelamento e um incêndio provocado por danos à rede elétrica). Esse evento ocorreu acompanhado de precipitação intensa – 50 milímetros – mas não houve registro de transbordamentos dos canais.

Ainda em 1996, uma chuva de 48 milímetros ocorrida em 17 de dezembro vitimou fatalmente uma criança, que foi arrastada pelas águas de um córrego pertencente à bacia do Ribeirão Barroco. Esse episódio ficou registrado na manchete do jornal Diário do dia 18 de dezembro, sob o título “Chuvas provocam estragos”.

Em 9 de janeiro de 1997 o jornal local destacou que as obras anti-inundantes, inauguradas há 12 dias, não surtiram efeito de modo que o Ribeirão dos Toledos transbordou logo no primeiro grande evento de precipitação. Técnicos da prefeitura esperavam que a obra, que consistiu na duplicação de uma ponte de via férrea, resolvesse o problema das inundações no Jardim Conceição, tendo em vista que essa passagem atuava como um obstáculo ao avanço das águas mais turbulentas observadas durante os episódios de inundação. Contudo, o evento desse dia consistiu na quarta maior precipitação já registrada no município (Tabela 23), o que excedeu os limites planejados, fazendo com que a obra não desempenhasse o resultado esperado, ocasionando danos em todo o município, tendo sido registradas fortes enxurradas, inundações e alagamentos em diversos pontos da cidade.

As chuvas voltaram a ser notícia na edição de 6 de junho de 1997, quando a precipitação intensa que acompanhou o tempo instável do início desse mês fez com que o

Ribeirão dos Toledos apresentasse níveis acima do normal, deixando a população em alerta. Registros históricos apontam precipitação de 100 milímetros concentradas em 3 dias.

Em novembro desse mesmo ano, uma chuva concentrada em 40 minutos provocou transbordamento do Ribeirão dos Toledos e alagamentos em vários pontos da cidade, atingindo indústrias, comércios e residências, conforme evidenciado pelo Jornal Diário do dia 25 de novembro. A própria reportagem descreve que a chuva de 80 milímetros foi bastante localizada espacialmente, o que fez com que o nível das águas rapidamente retornasse ao normal. Os dados das estações pluviométricas do município indicam essa grande variabilidade espacial, sendo que em duas delas não foi registrada nenhuma ocorrência de precipitação.

Em 17 de fevereiro de 1998 o jornal Diário destacava em sua primeira página que as chuvas haviam provocado inundações e a captação de água do município poderia ser interrompida a qualquer momento. Analisando os dados oficiais do DAEE é possível notar que esse evento foi bastante intenso, consistindo em 131 milímetros de chuva, perfazendo a terceira maior precipitação já registrada em terras barbarenses.

A mesma edição do jornal faz menção a um outro problema muito comum durante eventos de precipitação intensa nos centros urbanos: o refluxo de esgoto, formado devido a presença de ligações clandestinas que drenam a água pluvial para a rede de esgotos, que acaba não suportando a carga excedente, para a qual não foi projetada. Com isso o esgoto passa a aflorar nas áreas mais baixas, removendo tampas de bueiros e, em alguns casos, jorrando pelos ralos e vasos sanitários das residências situadas nesses locais.

Em 5 de março o jornal relatou a ocorrência de um intenso evento de precipitação acompanhado por fortes rajadas de ventos, que causaram estragos em diversas estruturas do município, destelhando casas e causando quedas de árvores e muros, além de danos na rede elétrica. A precipitação nesse dia foi de 52 milímetros, com total acumulado de 95 milímetros em três dias.

No dia 14 de novembro de 1998 o jornal destacou a ocorrência de “inundações” em pontos isolados da cidade. Nesse caso é evidente a confusão conceitual da imprensa ao abordar tais eventos, tendo em vista que na verdade se trataram de alagamentos, e não inundações como reportado.

Em 7 de janeiro de 1999 o jornal publicou uma reportagem de primeira página com o título “Sofrimento e desespero com as chuvas”, relatando que toda a região de Campinas foi atingida por intensas chuvas que provocaram grandes estragos. Registros apontam a ocorrência de 251 milímetros de chuva ao longo de quatro dias, valor que evidencia que realmente se tratou de um montante bem acima do comumente observado. As páginas internas do jornal destacam a ação da Defesa Civil local, que atuou na remoção das vítimas dos alagamentos e do Fundo Social, que prestou auxílio aos moradores de dois barracos que desmoronaram.

Em 16 de janeiro foi publicado um artigo assinado pelo diretor do DAE do município onde afirma que, ao contrário do que foi divulgado, a construção das duas novas represas previstas para o município não serão capazes de eliminarem totalmente o problema das inundações. Nas palavras do autor, nos últimos dois anos, três episódios de transbordamentos foram registrados na calha do Ribeirão dos Toledos. O primeiro foi consequência de chuva intensa no próprio perímetro urbano; o segundo foi devido a contribuição do córrego da Usina Cillos, também em consequência de precipitação intensa nessa micro bacia; e uma terceira inundação ocorreu devido a elevada precipitação na cabeceira do córrego São Luís. Em nenhum desses casos as novas represas poderiam ter evitado o problema, visto que as chuvas ocorreram fora de sua área de captação.

Essa mesma edição apresenta reportagem relatando mais uma ocorrência de transbordamento no Ribeirão dos Toledos. Segundo o jornal, o nível da água se elevou de forma abrupta, de modo que em pouco tempo as águas invadiram as ruas próximas ao canal.

Mais uma inundação associada a intensa precipitação foi registrada pelo Diário de 23 de janeiro desse mesmo ano. Além do transbordamento do canal, há o registro de acidentes de trânsito ocasionados pelo evento.

Em 26 de fevereiro seguinte o jornal relatava que as fortes chuvas com duração de 30 minutos causaram danos em diversas áreas da cidade, sendo que as águas invadiram casas em quatro bairros da zona leste. O Ribeirão dos Toledos transbordou no trecho em que cruza o bairro São Joaquim.

10.1.5 - Anos 2000, 2001 e 2002

A primeira página do jornal Diário do dia 16 de janeiro de 2000 relatava os transtornos sofridos pelos moradores dos bairros periféricos em função das fortes chuvas dos últimos dias, que estavam tornando intransitáveis algumas ruas do município, além de terem causado a destruição de cinco imóveis no bairro Laranjeiras.

Em 29 de fevereiro de 2000 o Diário registrou uma precipitação associada a ventos intensos que destelharam parte da cobertura do Shopping Center Tivoli, na zona leste da cidade. A água invadiu sete lojas, provocando prejuízos aos comerciantes do local.

Em 18 de março o jornal noticia a ocorrência de um intenso temporal que provocou transbordamento do Ribeirão dos Toledos e enxurrada acompanhada de grande quantidade de lama em algumas ruas, invadindo diversas residências. Alguns dias depois uma nova tempestade atingiu o município, conforme registrado na edição do dia 23 de março, com enxurradas novamente alastrando-se pelas residências.

Ainda nesse mesmo mês de março registrou-se um óbito relacionado às chuvas: um morador foi surpreendido pela enxurrada, sendo arrastado para dentro de um bueiro. O seu corpo foi arrastado por 300 metros de tubulação, sendo encontrado às margens do córrego Mollon, próximo ao tubo de escoamento dessa galeria. Nesse mesmo dia (28 de março), houve novo transbordamento do Ribeirão dos Toledos, devido aos 110 milímetros de precipitação registrados.

Em 14 de setembro consta no jornal que as chuvas causaram acúmulo de água em uma viela, o que derrubou muro de uma residência. Por poucos centímetros o Ribeirão dos Toledos não registrou um novo transbordamento.

No dia 5 de maio de 2001 o jornal relatou a passagem de um intenso sistema que deu origem a uma série de tornados que atingiram várias cidades da Região Metropolitana de Campinas, causando destruição ao longo de toda sua trajetória, que incluiu a cidade de Santa Bárbara. Apesar dos fortes ventos, pequena precipitação foi registrada, ficando restrita à poucos milímetros de precipitação e queda de granizo, associado ao evento.

Em 2 de outubro de 2001 o Diário noticiou mais um registro fatal em função da forte enxurrada presente nas proximidades do Córrego Mollon. Consta no relato jornalístico que, segundo testemunhas, uma pessoa do sexo masculino estava junto ao canteiro central de uma avenida que fora alagada e, ao tentar atravessá-la, não resistiu à força das águas sendo

derrubada, batendo assim a cabeça contra o chão. O impacto acabou deixando a vítima inconsciente, fazendo com que ela fosse arrastada até o córrego. Dados apontam precipitação superior a 70 milímetros em 24 horas para o dia dessa ocorrência.

O jornal Diário de 16 de janeiro de 2002 faz menção a um problema bastante comum nas áreas densamente urbanizadas: a apropriação das áreas de vielas sanitárias. A construção de muros e barreiras nesses locais dificulta a passagem das águas provenientes das chuvas, podendo agravar episódios de alagamentos e enxurradas.

O mês de novembro desse ano teve dois eventos registrados pela imprensa: o primeiro, um vendaval, conforme noticiado em pequena nota divulgada pelo jornal Diário do dia 12 desse mês; o segundo, no dia 16, relata a ocorrência de danos provocados por um alagamento ocorrido em função das fortes chuvas que caíram ao longo dessa semana.

Em 2 de fevereiro de 2003 o jornal abordou os diversos problemas originados pelas chuvas no bairro Nova Conquista, que vão desde o surgimento de insetos, répteis e roedores devido ao acúmulo de água parada, até ocorrências mais problemáticas, como inundações e escorregamentos em taludes.

No dia 19 de novembro nova inundação foi reportada pelo jornal local, sendo que as águas tiveram força suficiente para derrubar uma pequena ponte no jardim Icaraí. Apesar do elevado montante precipitado – 49 milímetros - as represas do município continuavam com níveis abaixo do normal em função da estiagem mais prolongada do último inverno.

10.2 - Análise de alguns episódios selecionados

10.2.1 - Fevereiro de 1970

A despeito da estiagem que vinha flagelando o interior paulista nos anos anteriores, o ano de 1970 registrou eventos de precipitação excepcionalmente elevados, com total de 1705 mm, bastante acima da média anual para a área, que é de 1468 mm/ano.

Os rios do município não suportaram essa intensa precipitação e transbordaram em pelo menos três diferentes dias. O episódio mais grave – e conseqüentemente, mais bem documentado – aconteceu em 21 de fevereiro, quando as precipitações superaram os 110 milímetros em 24 horas, valor que inclui esse evento na lista das maiores precipitações já registradas no local. Essa altura pluviométrica é ainda mais impressionante considerando-se que o total acumulado na semana anterior correspondia a 284 milímetros.

O detalhamento do artigo publicado no Jornal d'Oeste permitiu, com auxílio de ferramentas de geoprocessamento, elaborar um mapa mostrando a abrangência do fenômeno (Figura 43).

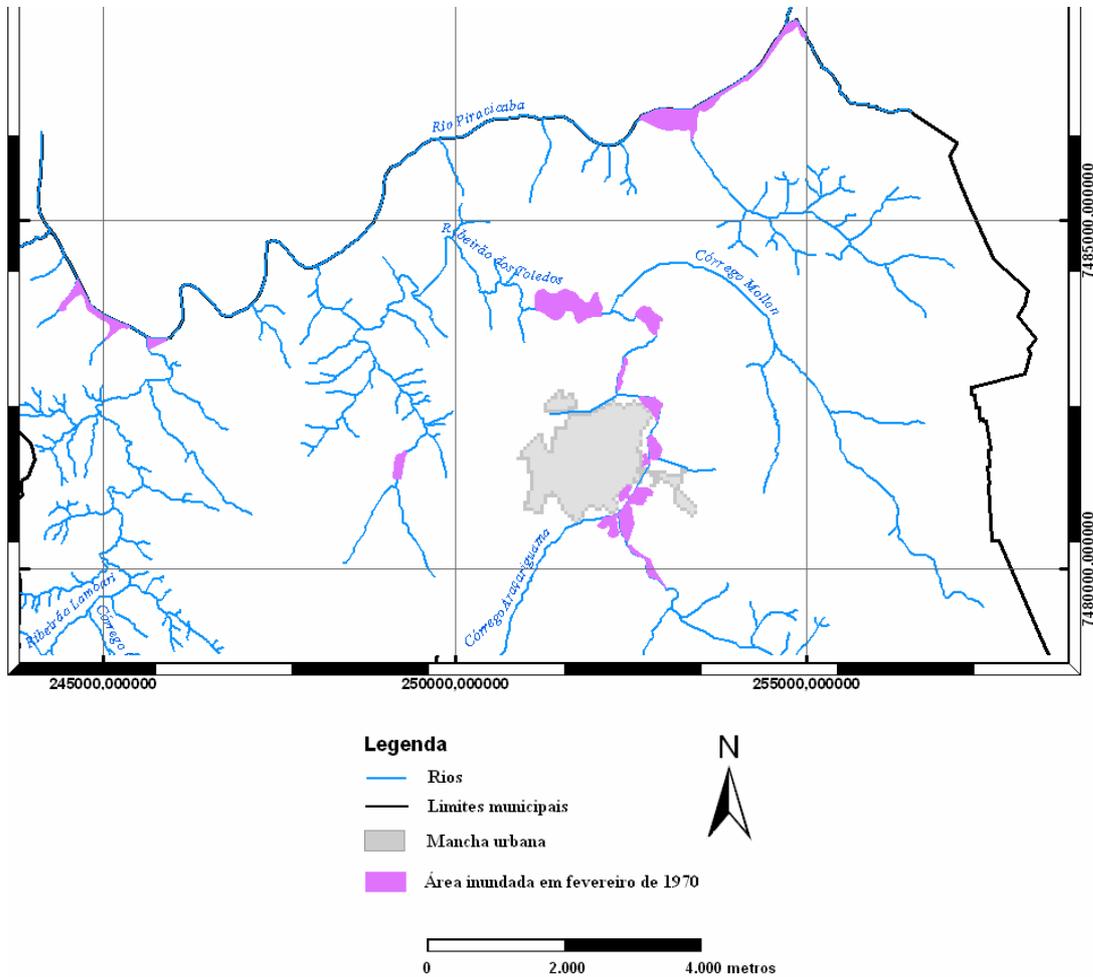


Figura 43 – Distribuição espacial do evento de inundação ocorrido no mês de fevereiro de 1970.

Elaboração cartográfica: Daniel H. Candido

Nota-se que a maior parte das áreas de transbordamento dos canais estavam fora da área da mancha urbana do município, o que fez com que, apesar de intenso, o evento não atingisse diretamente muitos moradores.

10.2.2 - Janeiro de 1982

O biênio 1982-1983 foi bastante atípico, com vários registros de inundações e precipitações concentradas em curtos períodos temporais, o que propiciou condições para o surgimento de inundações relâmpagos (*flash floods*). O quadro só não foi mais grave devido às taxas de urbanização da bacia do Barroco – a mais problemática quanto à ocorrência de enxurradas – ainda não serem tão elevadas quanto as observadas atualmente.

Pela observação do mapa da Figura 44, nota-se que a distribuição espacial da inundação na bacia do Ribeirão dos Toledos não sofreu alterações significativas. Porém, o avanço da urbanização sobre essas áreas ocorreu de tal maneira que praticamente toda a sua planície inundável agora está em área urbana, o que implica no aumento da população potencialmente atingida por tais eventos.

É curiosa a distribuição dos pontos de transbordamento do Ribeirão Alambari. Nesse caso, não houve influência da urbanização, pois toda a área inundada encontrava-se em zona rural. Contudo, o montante de precipitação ocorrida na cabeceira dessa bacia foi tão elevado que excedeu a capacidade de absorção do solo local, fazendo com que diversos sítios e fazendas registrassem perdas agrícolas e mortes de animais. Infelizmente não havia nenhum pluviômetro instalado nessa área, de modo que não é possível especificar qual foi o volume de precipitação responsável pela indução de tal situação.

Uma usina produtora de açúcar e álcool situada às margens de um afluente desse ribeirão também foi inundada, tendo prejuízos com perda de sacas de açúcar estocadas em galpões invadidos pelas águas, destruição de maquinários e conseqüente paralisação da produção industrial.

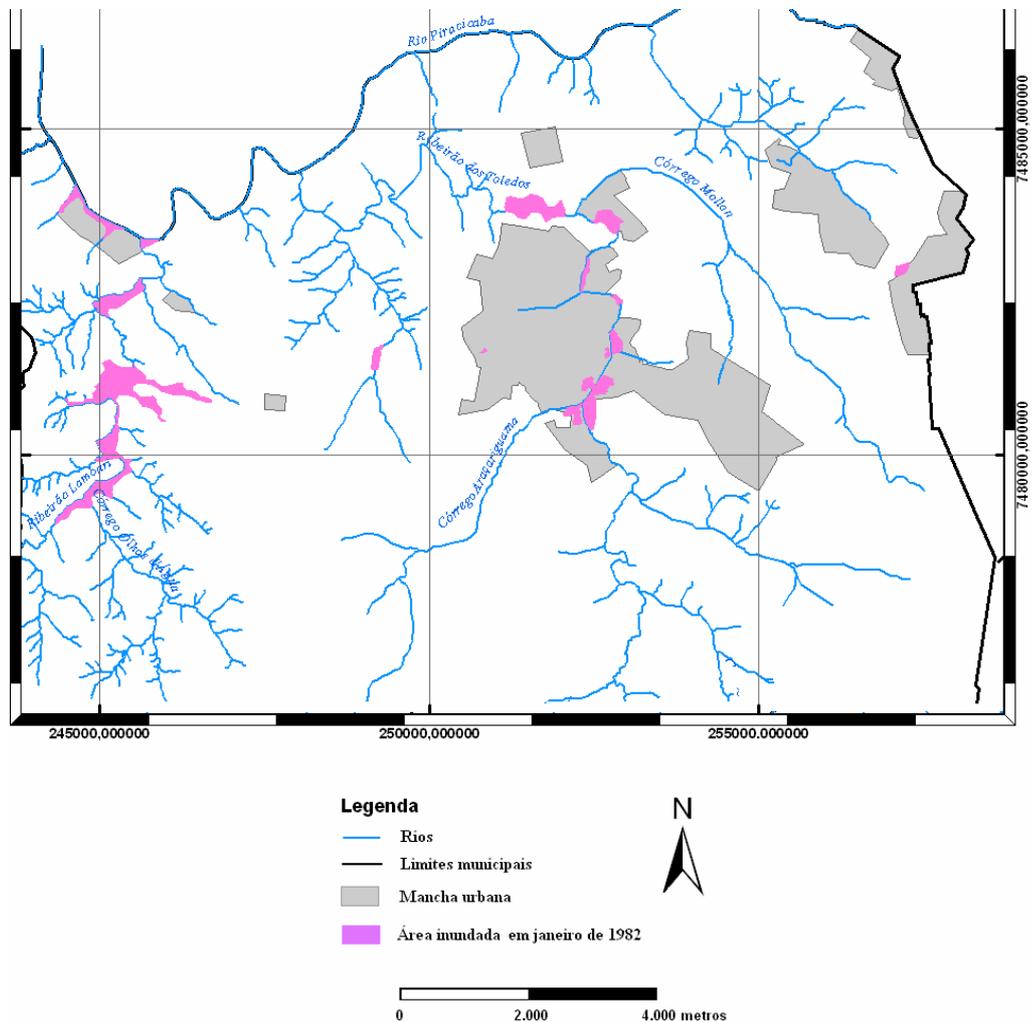


Figura 44 – Distribuição espacial do evento de inundação ocorrido no mês de janeiro de 1982.

Elaboração cartográfica: Daniel H. Candido

10.2.3 - Junho de 1982

Precipitações superiores a 80 milímetros, associadas a ventos fortes e queda de granizo, provocaram inundações no primeiro dia do mês de junho de 1982. As águas atingiram níveis mais baixos do que os registrados no início desse ano; mesmo assim, foi o suficiente para deixar 30 famílias desabrigadas. O mapa da Figura 45 mostra a distribuição desse episódio. Como não há registros de inundações fora da bacia do Ribeirão dos Toledo, optou-se por utilizar uma escala que desse maior detalhamento a essa área.

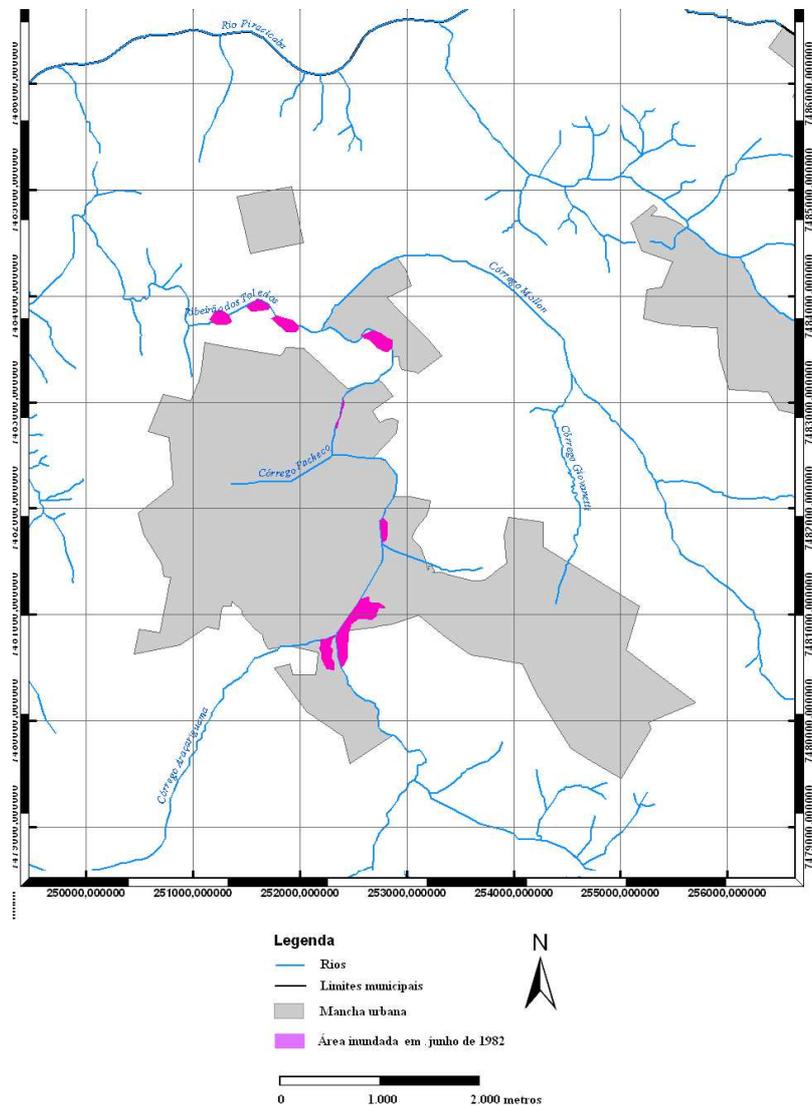


Figura 45 – Distribuição espacial do evento de inundação ocorrido no mês de junho de 1982.

Elaboração cartográfica: Daniel H. Candido

10.2.4 - Novembro de 1982

Uma precipitação intensa e temporalmente concentrada provocou inundações no trecho urbano do canal do Ribeirão dos Toledo no dia 27 de novembro de 1982. Foi a terceira grande inundação ocorrida no mesmo ano.

Apesar de não ter sido um evento muito significativos no que se refere ao número de vítimas ou área de abrangência, é interessante destacar o fato de que ele foi deflagrado por uma precipitação não tão intensa (cerca de 60 milímetros). Na verdade, o que motivou essa ocorrência foi a curta duração temporal do evento, ou seja, sua intensidade, condicionando a ocorrência de inundações e enxurradas acompanhadas de lama.

Portanto, optou-se por mapear esse evento tendo a declividade local como plano de fundo, para tornar possível a observação do relacionamento direto entre os locais de relevo mais íngreme e o surgimento de pontos de inundação na área urbana (Figura 46).

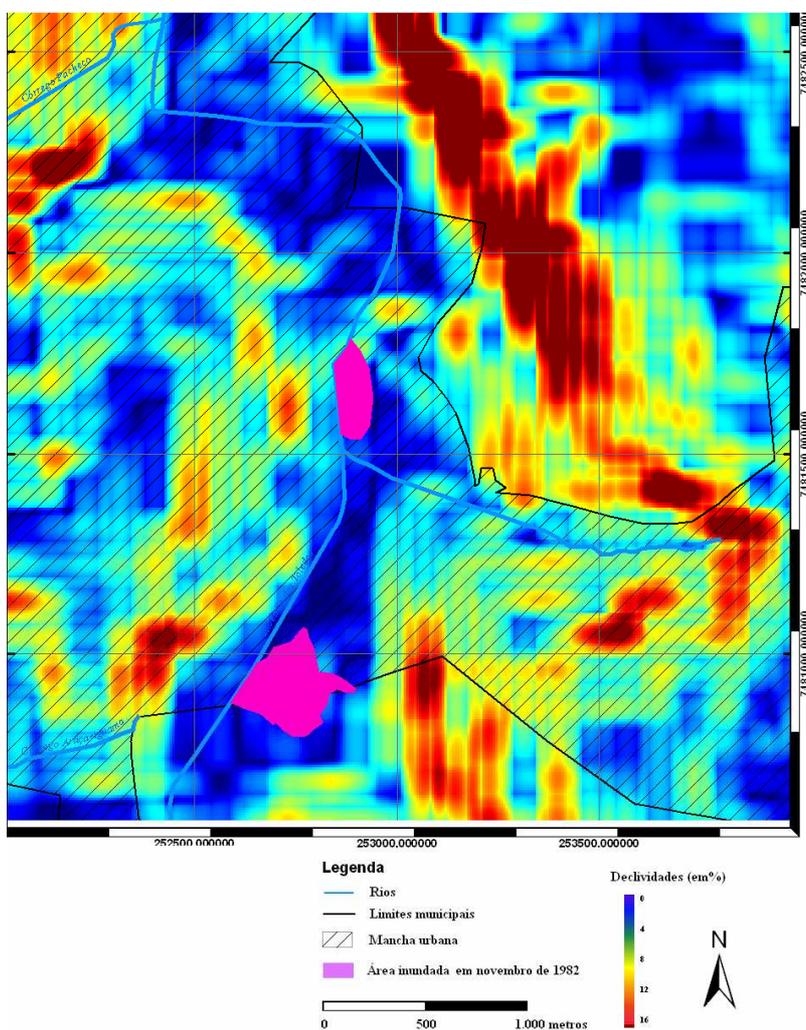


Figura 46 – Distribuição espacial do evento de inundação ocorrido no mês de novembro de 1982 – as cores do plano de fundo correspondem às declividades, conforme indicadas na legenda.

É possível notar que os dois pontos de transbordamento estavam a menos de 500 metros de grandes áreas em declive, com valores de declividade superando os 16% em alguns pontos. Tal aspecto permite inferir que, nesse caso em específico, o Ribeirão apenas transbordou nesses pontos por ter momentaneamente recebido uma carga maior do que a capacidade de seu fluxo, que acabava sendo estrangulado por obstáculos naturais a jusante. Isso explica a súbita elevação e igualmente rápido rebaixamento das águas descrito na reportagem.

10.2.5 - Maio de 1983

As chuvas ocorridas em 29 de maio de 1983 ocasionaram uma inundação significativa. Semelhante ao observado em junho do ano anterior, esse evento também esteve associado com a ocorrência de precipitação temporalmente mais concentrada, deflagrada pelo avanço rápido de um sistema frontal. Isso concentrou os focos de inundações e alagamentos nas áreas mais próximas a declives e com maiores taxas de impermeabilização do solo. Com isso, apesar da grande intensidade, esse evento também ficou restrito às proximidades das áreas urbanas.

A Figura 47 exhibe a localização das áreas inundadas, sendo possível perceber que elas estão intimamente ligadas às declividades do terreno. Assim como no caso anterior, a alta velocidade do escoamento superficial é a responsável pela transposição da capacidade máxima de escoamento do canal principal da bacia, causando transbordamentos pontuais.

A prefeitura havia empilhado montes de terra às margens do canal no final do ano anterior, prevendo que essa barreira atuaria como diques, evitando que as águas transpassassem tal limite. Porém, conforme pode ser observado na Figura 48, a força da corrente acabou por erodir o material, inutilizando essa obra.

Merece destaque o fato de que a origem da precipitação que deflagrou esse evento foi exclusivamente frontal, com a existência de grande contraste atmosférico que provocou um conflito entre a massa de ar polar que avançava e a grande massa de ar quente que estava estacionada sobre a região. Como ambas estavam bem caracterizadas, o embate entre os sistemas acabou provocando intensas chuvas, aliadas a turbulências atmosféricas significativas. O mês de maio, juntamente com março e outubro apresentam condições propícias para tal ocorrência.

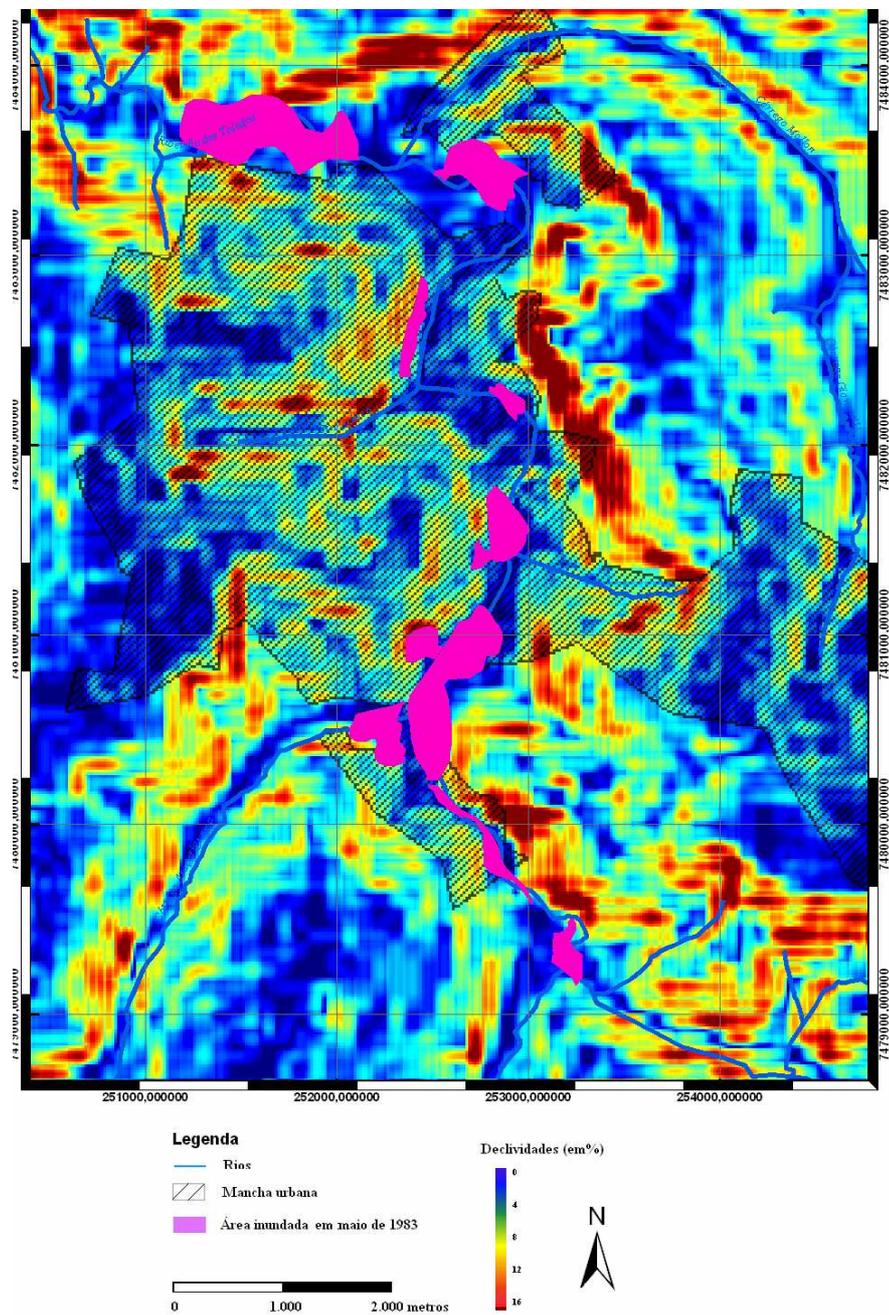


Figura 47 – Distribuição espacial do evento de inundação ocorrido no mês de maio de 1983 – as cores do plano de fundo correspondem às declividades, conforme indicadas na legenda

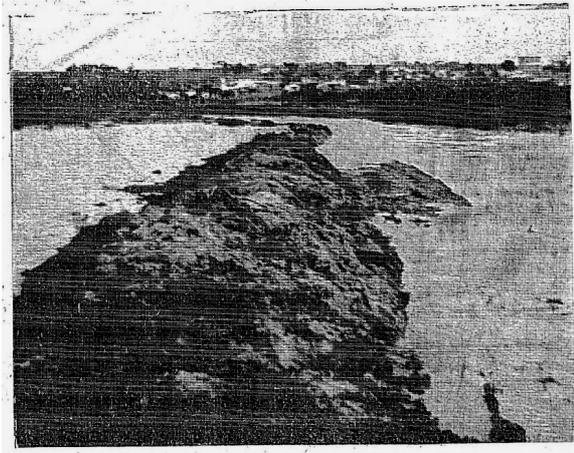


Figura 48 – Diques rompidos pela ação das águas em maio de 1983 – Fonte Jornal d’Oeste – 30 de junho de 1984 (reprodução).

10.2.6 - Março de 1985

Nessa ocasião, a atuação conjunta de um sistema frontal e células convectivas formadas devido ao intenso calor geraram fortes chuvas, que chegaram a atingir a marca de 100 milímetros em menos de 24 horas.

Esse evento deixou um saldo de diversas famílias desabrigadas, pontes e estruturas danificadas, além de suspensão no abastecimento de água e energia de alguns bairros. O mapa da Figura 49 exhibe os pontos que foram descritos como inundados pelos jornais dos dias posteriores ao evento. Não obstante, a descrição privilegiou os bairros situados na área urbana, fazendo poucas menções às ocorrências rurais. Portanto, para se evitar imprecisões cartográficas, foi feita a opção de mapear unicamente os dados concretos, o que explica o uso da escala de menor abrangência.

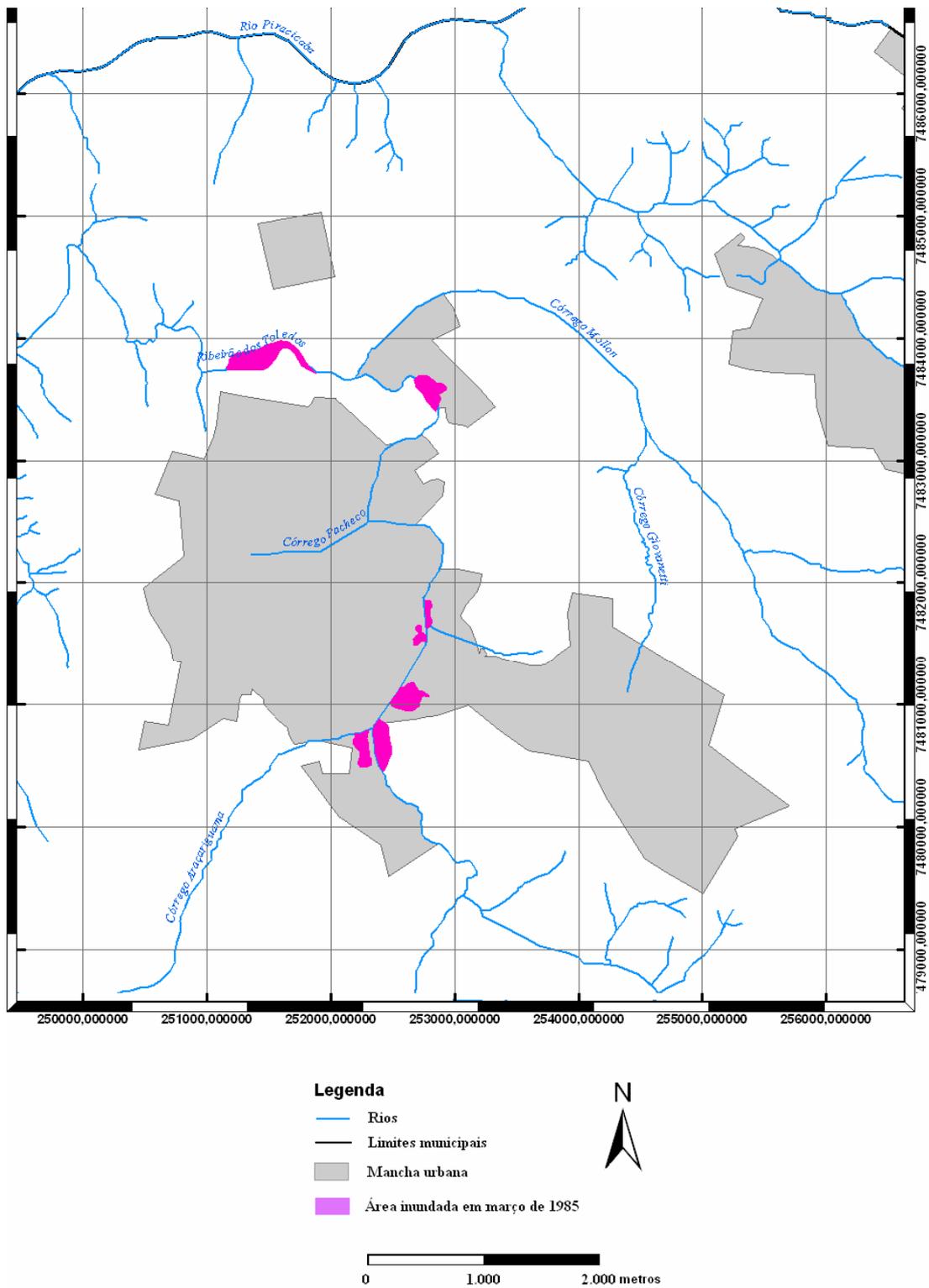


Figura 49 – Distribuição espacial do evento de inundação ocorrido no mês de março de 1985

10.2.7 - Março de 1988

Essa inundação foi desencadeada por um evento de precipitação de 50 milímetros, temporalmente bastante concentrado, situação típica dessa época do ano. Apesar de poucas reportagens abordarem esse episódio, uma das edições dos jornais pesquisados descreveu com bom detalhamento as áreas atingidas.

Como pode ser notado pela observação da Figura 50, a área inundada ao longo do Ribeirão dos Toledos não foi muito extensa, concentrando-se nos locais mais rebaixados e próximos as áreas de relevo mais íngreme. Porém, devido a grande concentração temporal dessa precipitação, houve várias ocorrências de danos causados pela velocidade do escoamento superficial, com correntes de água invadindo residências e danificando automóveis estacionados nas ruas.

A análise dos dados referentes aos registros dos totais pluviométricos obtidos na ocasião indicam que se tratou de um evento que teve uma área de atuação bastante restrita, pois enquanto uma das estações do município acusou 50 milímetros, postos localizados em cidades vizinhas simplesmente não registraram precipitação alguma.

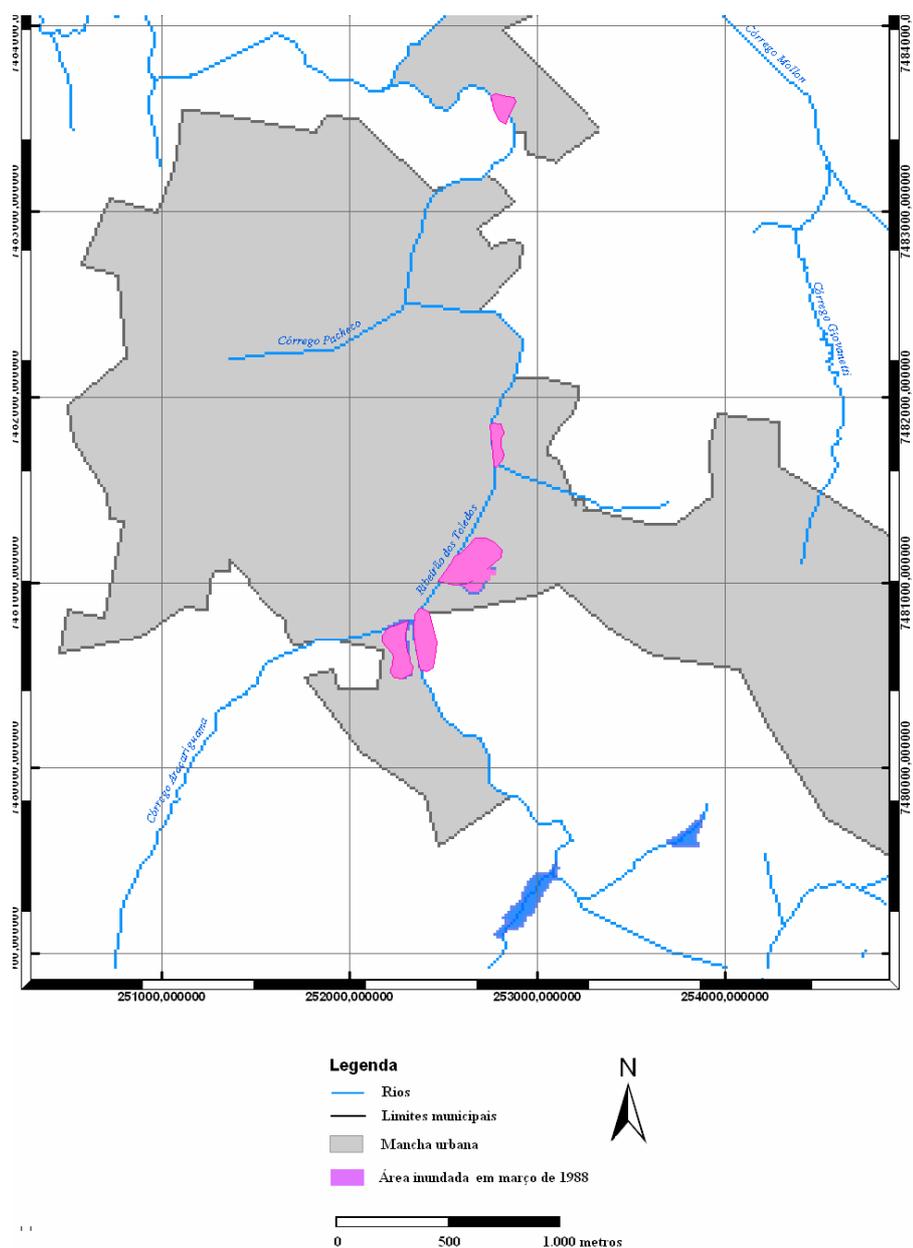


Figura 50 – Distribuição espacial do evento de inundação ocorrido no mês de março de 1988.

10.2.8 - Janeiro de 1990

O período entre o final do ano de 1989 e início de 1990 foi marcado pela ocorrência de grandes volumes de precipitação, culminando com a queda de um montante superior a 80 milímetros no dia 3 de janeiro de 1990.

Muitas famílias ficaram desabrigadas, tendo que aguardar vários dias até que o nível das águas retornasse a um patamar que permitisse o retorno seguro às suas residências. Os

registros jornalísticos apontam que os pontos de transbordamento estiveram disseminados ao longo do canal principal da Bacia do Ribeirão dos Toledos. No entanto, também indicam a existência de uma grande área de inundação em um local próximo a extinta Usina Santa Bárbara. Essa área inundada, representada pelo quadro em destaque na porção oeste do mapa (Figura 51), abrange uma área rebaixada, que consiste em um pântano formado às margens de um riacho de segunda ordem que corre no local.

Um trabalho de campo indicou a presença de solos hidromórficos em toda essa área, além de sinais visíveis da presença de gretas de contração, o que indica que as inundações são fenômenos comuns no local. Elas poderão ser ainda mais impactantes considerando-se que o local consiste em uma área com intensa pressão imobiliária, sendo que recentemente a prefeitura municipal aprovou a implementação de um loteamento imobiliário no local, além de ter realizado projetos de transformação dessa área em um pólo de atração de empreendimentos, contando inclusive com a construção de prédios públicos, como a câmara municipal de vereadores, nas proximidades do local. Esse avanço da urbanização nessa área, aliado às grandes declividades são fatores que podem aumentar o volume hídrico em direção a esse corpo d`água durante os episódios de chuvas intensas.

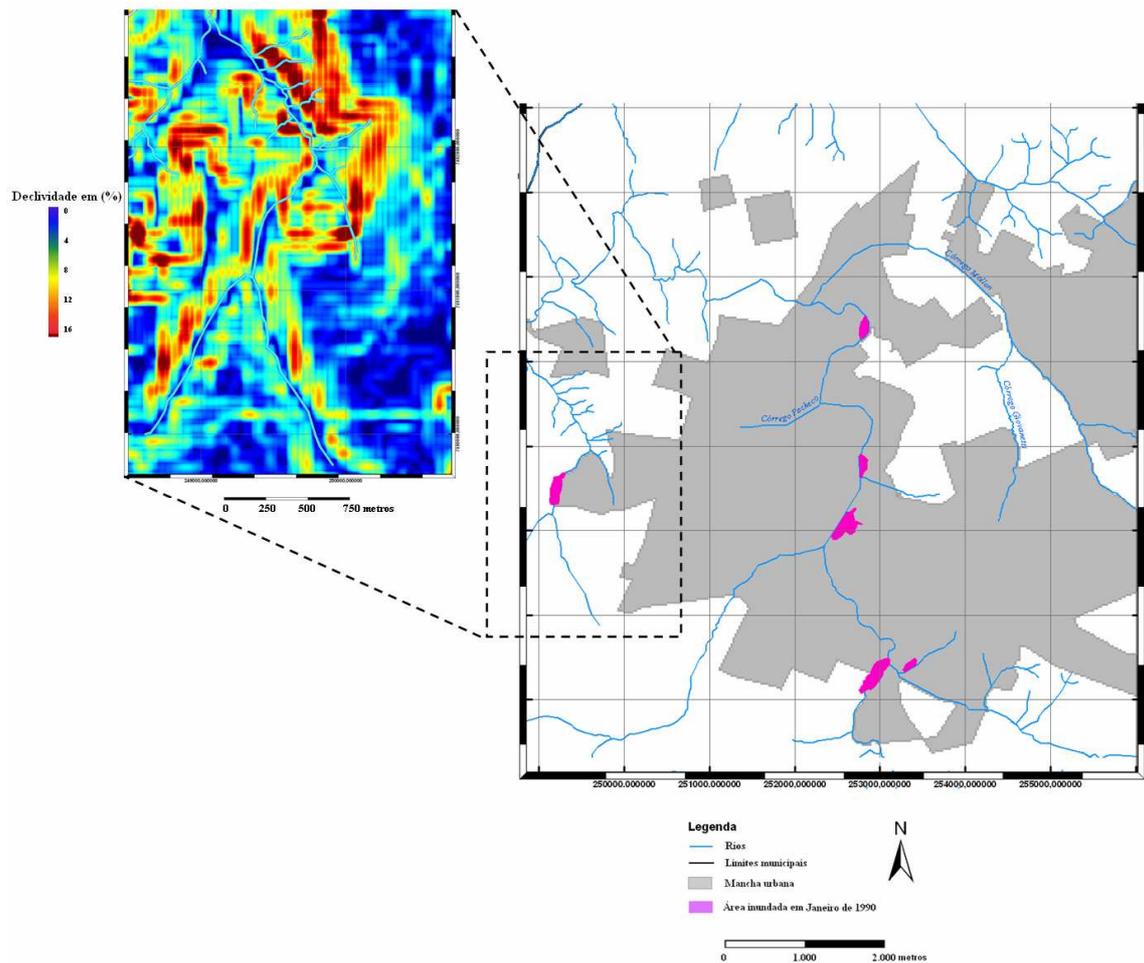


Figura 51 – Distribuição espacial do evento de inundação ocorrido no mês de janeiro de 1990 – O quadro em destaque apresenta as declividades de uma área que possui elevada pressão imobiliária.

Elaboração cartográfica: Daniel H. Candido

10.2.9 - Dezembro de 1994

Os rios do município acabaram não suportando o volume hídrico proveniente das intensas chuvas de dezembro, transbordando no dia 22. Os 114 milímetros precipitados nesse dia foram responsáveis pelo sétimo maior volume de precipitação já registrado no local. Esse episódio ficou marcado pela morte de dois garotos que não resistiram à força da correnteza enquanto brincavam nas águas que invadiram as ruas marginais do Ribeirão dos Toledos.

A concentração temporal da precipitação foi intensa o suficiente para dar origem a diversos pontos de alagamento espalhados pela cidade, sobretudo nas ruas mais íngremes.

As elevadas declividades das áreas urbanizadas da bacia do Córrego do Barroco também atuaram como indutores de inundações. Ainda que esteja situada em área rural, convém salientar que a área mais plana próxima à margem direita da desembocadura desse córrego no Rio Piracicaba foi totalmente preenchida pelas águas.

Conforme já visualizado nos eventos anteriores, a Figura 52 exhibe diversos pontos inundados ao longo do canal principal da Bacia do Ribeirão dos Toledos. É relevante sublinhar que o rio encontrava-se bastante poluído na ocasião, o que despertou preocupação na população e órgãos de imprensa quanto a possíveis contaminações ocasionadas pelo avanço das águas sobre as residências desses locais.

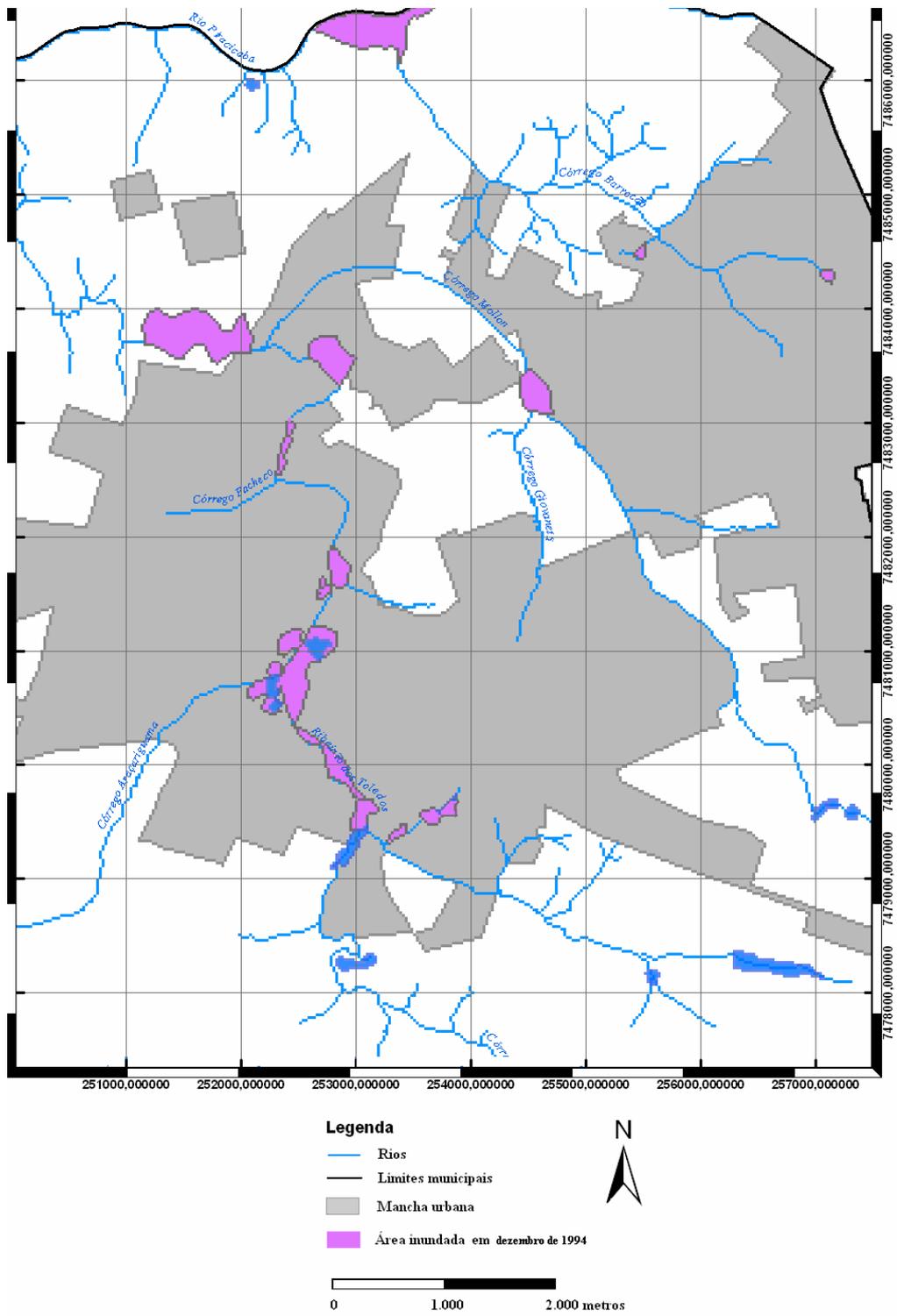


Figura 52 – Distribuição espacial do evento de inundação ocorrido no mês de dezembro de 1994.

10.2.10 - Fevereiro de 1995

O início de fevereiro de 1995 foi marcado por intensas precipitações, que culminaram com os 106 milímetros precipitados no dia 4, que consistiu na 15ª maior precipitação já registrada no município.

Algumas obras realizadas (dragagem e alargamento do canal) mostraram-se eficientes na apassivação do fenômeno, visto que a abrangência das inundações na bacia do Ribeirão dos Toledos ficou restrita aos pontos menos elevados às margens dos canais, conforme exibido no mapa da Figura 53.

A Bacia do Córrego Barroirão, na Zona Leste da cidade também apresentou pontos de inundação, fato que se tornou constante com o adensamento demográfico do local ocorrido a partir da década de 1990.

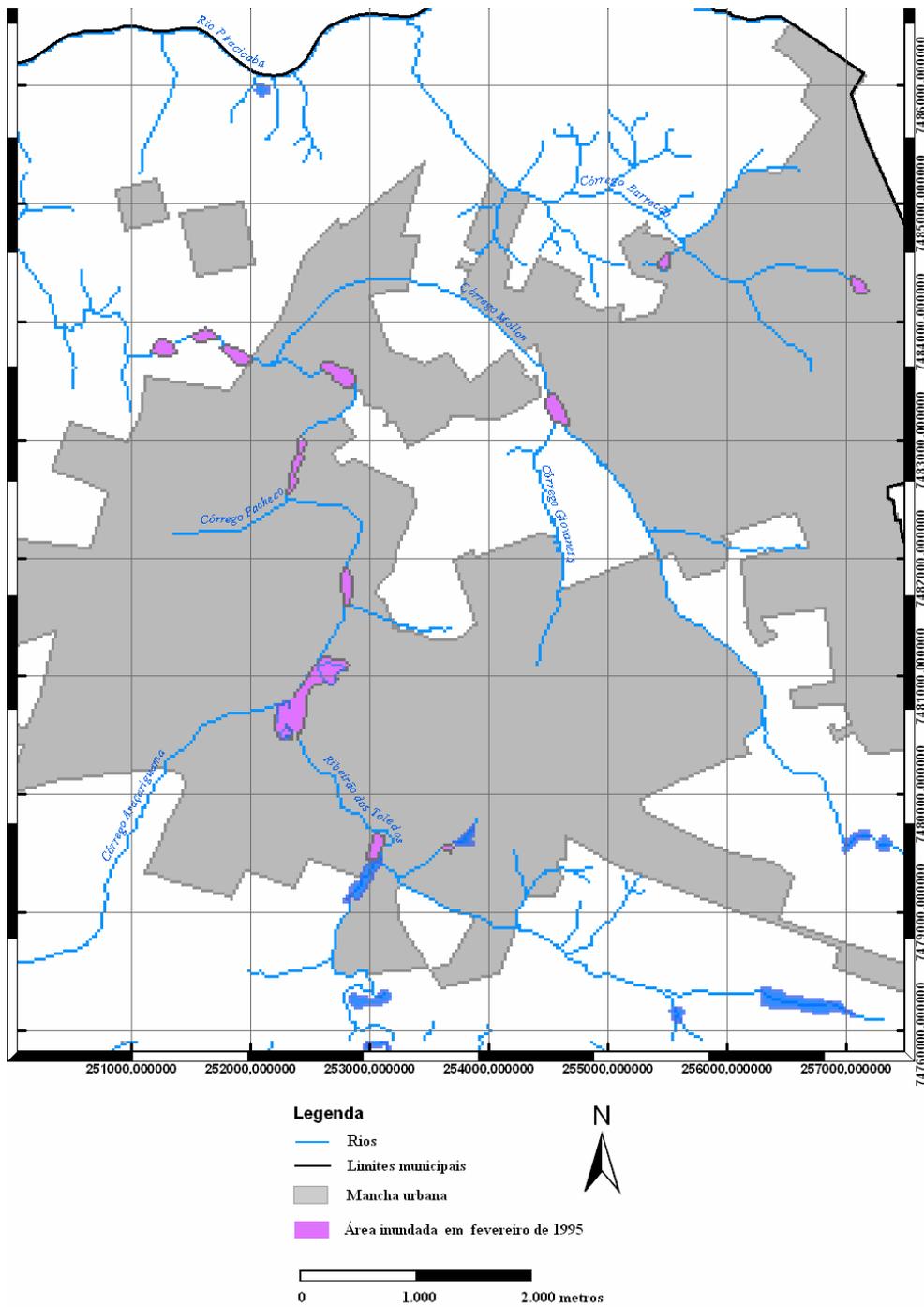


Figura 53 – Distribuição espacial do evento de inundação ocorrido no mês de fevereiro de 1995.

Elaboração cartográfica: Daniel H. Candido

10.2.11 Janeiro de 1996

No início de 1996 foram registrados três eventos de precipitação superiores a 60 milímetros que causaram transbordamentos pontuais, atingindo apenas os Bairros Sartori e Jardim Conceição (Figura 54). Esse mapeamento é interessante para que seja possível a percepção da modificação no padrão espacial da distribuição das inundações após o alargamento de um trecho do Ribeirão dos Toledos, exibido na Figura 55.

Portanto, o montante precipitado foi suficiente para que as águas extravasassem o leito do canal, alcançando, contudo, apenas as partes mais baixas, não tendo intensidade suficiente para atingir habitações, não deixando, assim, pessoas desabrigadas.

10.2.12 - Janeiro de 1997

A distribuição espacial das áreas inundadas (Figura 55) mostra que a distribuição sofreu uma alteração no seu padrão espacial devido a realização de obras visando o alargamento de um trecho do canal principal da Bacia do Ribeirão dos Toledos. Havia nesse local uma estreita ponte da antiga via férrea da Fepasa, que cruzava o município. Essa passagem estava apoiada sobre duas grandes rochas que estrangulavam a passagem da água no local, aumentando assim o tempo de escoamento, favorecendo a ocorrência de situações de enchentes e inundações. Atendendo ao pedido dos moradores, a prefeitura dinamitou essas rochas e construiu uma nova ponte, permitindo um fluxo maior de água no local.

Com a abertura, apesar do grande volume de água, a inundação a montante dessa obra foi menor do que o usualmente registrado. Entretanto, a jusante da passagem, o aumento do volume de água incidente sobre o canal acabou por inundar um trecho maior, compreendendo uma longa faixa às margens do ribeirão.

Outras alterações que tiveram suas parcelas de responsabilidade na alteração da dinâmica fluvial local foram a instalação de dois parques contando com grandes lagos em duas áreas pertencentes à planície de inundação do Ribeirão dos Toledos e a construção de duas represas nessa bacia.

Os lagos foram construídos em parques instalados aproveitando duas áreas alagadiças, que sempre sofriam com transbordamentos em episódios de chuvas intensas. O primeiro deles foi denominado Parque dos Ipês, cujo lago armazena boa parte do volume de água que anteriormente iria diretamente ao Ribeirão dos Toledos. O segundo é o Parque do Araçariguama, que se situa no local onde o córrego de mesmo nome deságua no Ribeirão, retendo também grande volume de água.

As duas represas juntas compreendem uma área inundada de 3.400.000 m² (340 hectares), contando com um perímetro de orla com 28 quilômetros de extensão. A capacidade de reserva de água do município quintuplicou em função dessas obras, superando os 5 milhões de metros cúbicos (5 bilhões de litros). Segundo informações da administração pública, todo esse volume de água retido seria capaz de evitar a ocorrência de inundações, além de prover ao município uma reserva de água suficiente para suportar um período de estiagem superior a 120 dias.

Todavia, a despeito da presença dessas novas barragens, as inundações continuaram a ocorrer, ainda que tenha havido alterações na dinâmica temporal de tais ocorrências, de modo que após a inauguração dessas obras as ondas de enchentes passaram a demandar um tempo maior para chegar a área urbana do município, sobretudo quando deflagradas por chuvas ocorridas na cabeceira dos rios da bacia. Enquanto a dinâmica antiga fazia com que as inundações se dessem entre 4 a 8 horas posteriormente a ocorrência da precipitação, após o advento das barragens passaram a acontecer entre 18 e 26 horas após o início das chuvas.

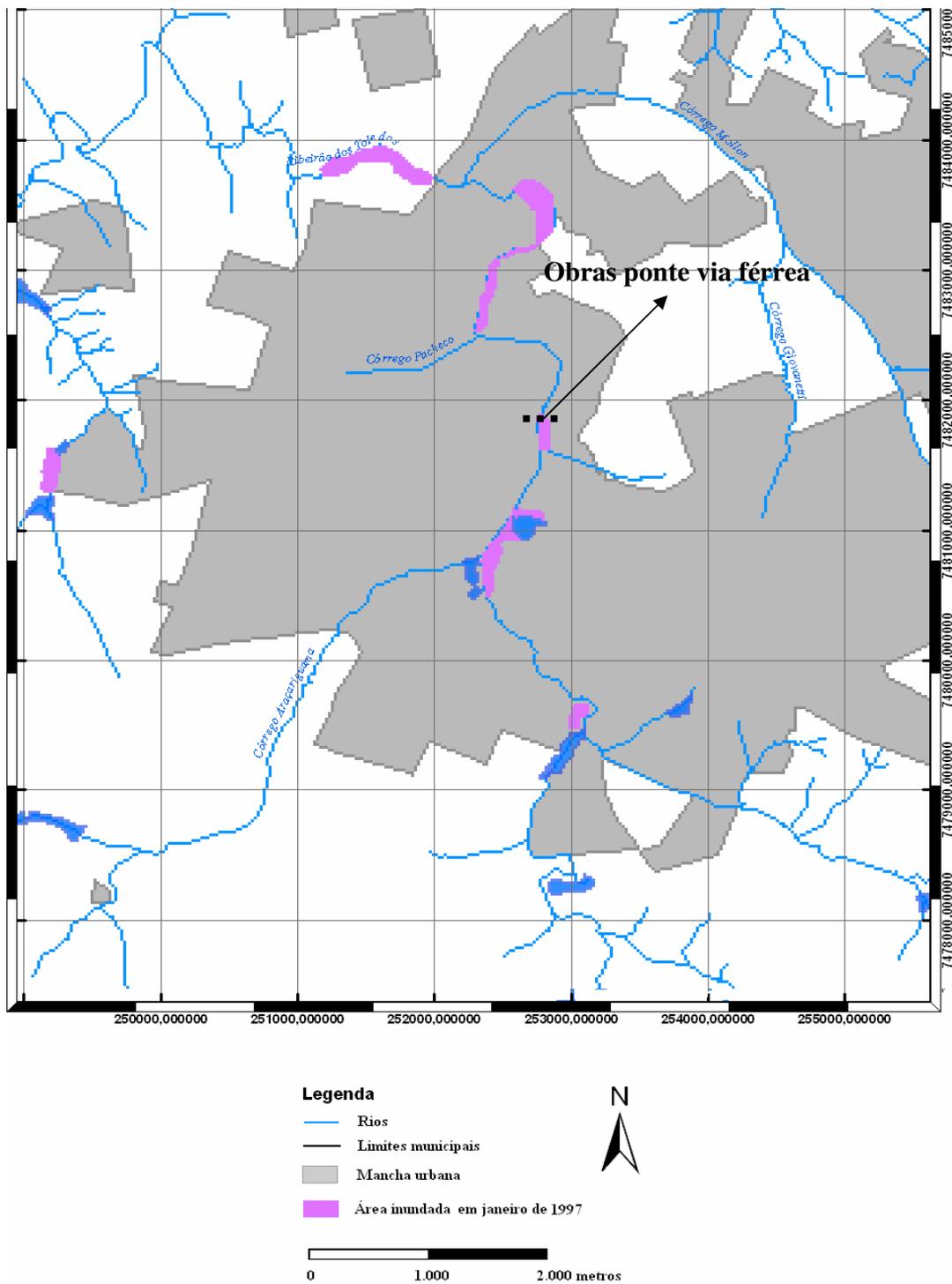


Figura 55 – Distribuição espacial do evento de inundação ocorrido no mês de maio de 1983 com destaque ao local onde foram executadas obras de alargamento do canal.

Elaboração cartográfica: Daniel H. Candido

10.2.13 - Fevereiro 1998

Esse episódio foi originado por elevados montantes pluviométricos, que chegaram a medir 131 milímetros, sendo o terceiro maior evento de precipitação em 24 horas já registrado no município.

A área alagada acima da antiga ponte da Fepasa não sofreu maiores danos, com o nível das águas se mantendo em patamar semelhante ao observado em outros eventos de inundação deflagrados por grandes precipitações. À jusante, porém, a água atingiu níveis jamais registrados (Figura 56). Isso mostra a ambigüidade das obras anti-inundações: evitaram danos maiores nos bairros acima da via-férrea mas, em contrapartida, os bairros abaixo foram mais severamente afetados do que seriam caso as obras não fossem realizadas.

Vale salientar que a população moradora dos bairros beneficiados pela obra possui maior poder aquisitivo que aquela que habita a porção à jusante. Isso fica bem evidenciado com a observação dos tipos de habitações existentes nos dois locais. Muitas das casas atingidas no Jardim Conceição possuem estruturas que impedem a entrada das águas, tais como muretas de contenção, elevação do nível natural do terreno ou construções do tipo sobrado, que mantêm um nível da casa livre da ação das águas, possibilitando que os moradores, em caso de emergência, possuam um local seco e seguro para armazenar a mobília, evitando que sejam alcançadas pelas águas. Já nos bairros abaixo das obras são comuns a presença de casas semi-acabadas, sem pintura ou reboque nas paredes, com marcas das últimas inundações presentes, o que indica uma vulnerabilidade maior dessa população quanto à ocorrência desse tipo de *hazard*.

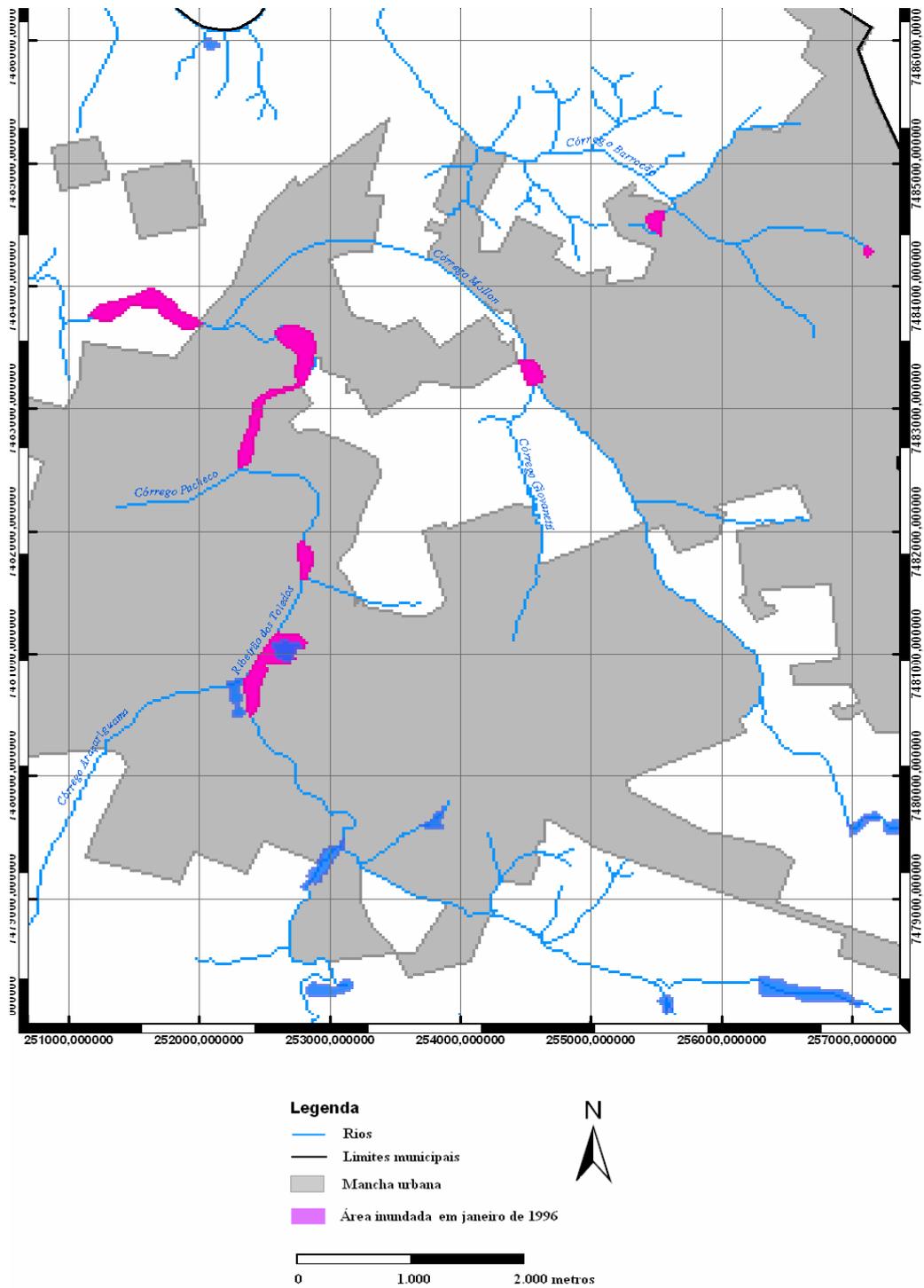


Figura 56 – Distribuição espacial do evento de inundação ocorrido no mês de fevereiro de 1998.

Elaboração cartográfica: Daniel H. Candido

10.2.14 - Fevereiro de 1999

Com 526 milímetros de precipitação, o ano de 1999 apresentou o mês de janeiro mais chuvoso de todo o período analisado. Porém, a distribuição da precipitação foi bastante homogênea, com grande número de dias chuvosos, fato que permitiu uma vazão constante dos canais fluviais. Embora tenha sido registrado que o Ribeirão dos Toledos ficou em situação de enchente por vários dias, nenhum transbordamento foi registrado.

Já em fevereiro a situação foi diferente. Apesar da precipitação total desse mês não ter sido tão elevada, a distribuição foi mais irregular. Esse aspecto somado à saturação dos solos propiciada pelos elevados montantes ocorridos no mês anterior culminou com a ocorrência de uma inundação ocasionada por uma precipitação de cerca de 60 milímetros ocorrida no dia 24.

Novamente, a distribuição espacial do episódio diferiu bastante do padrão registrado anteriormente a execução das obras de ampliação da passagem da estrada de ferro, com focos de inundação distribuindo-se ao longo das margens situadas abaixo desse ponto, conforme visível no mapa mais detalhado (Figura 57). O mapa também mostra a reincidência de transbordamentos nas proximidades do Córrego Mollon e do Córrego do Barroão, que consistem na área mais recentemente ocupada da cidade, sendo possível notar a influência do adensamento urbano na intensificação desses eventos.

Conforme pode ser visualizado na Figura 58, que exibe um panorama geral do evento, a bacia do Ribeirão Alambari também registrou transbordamentos pontuais, evidenciando que a saturação dos solos em função das precipitações anteriores teve grande parcela de influência no ocorrido.

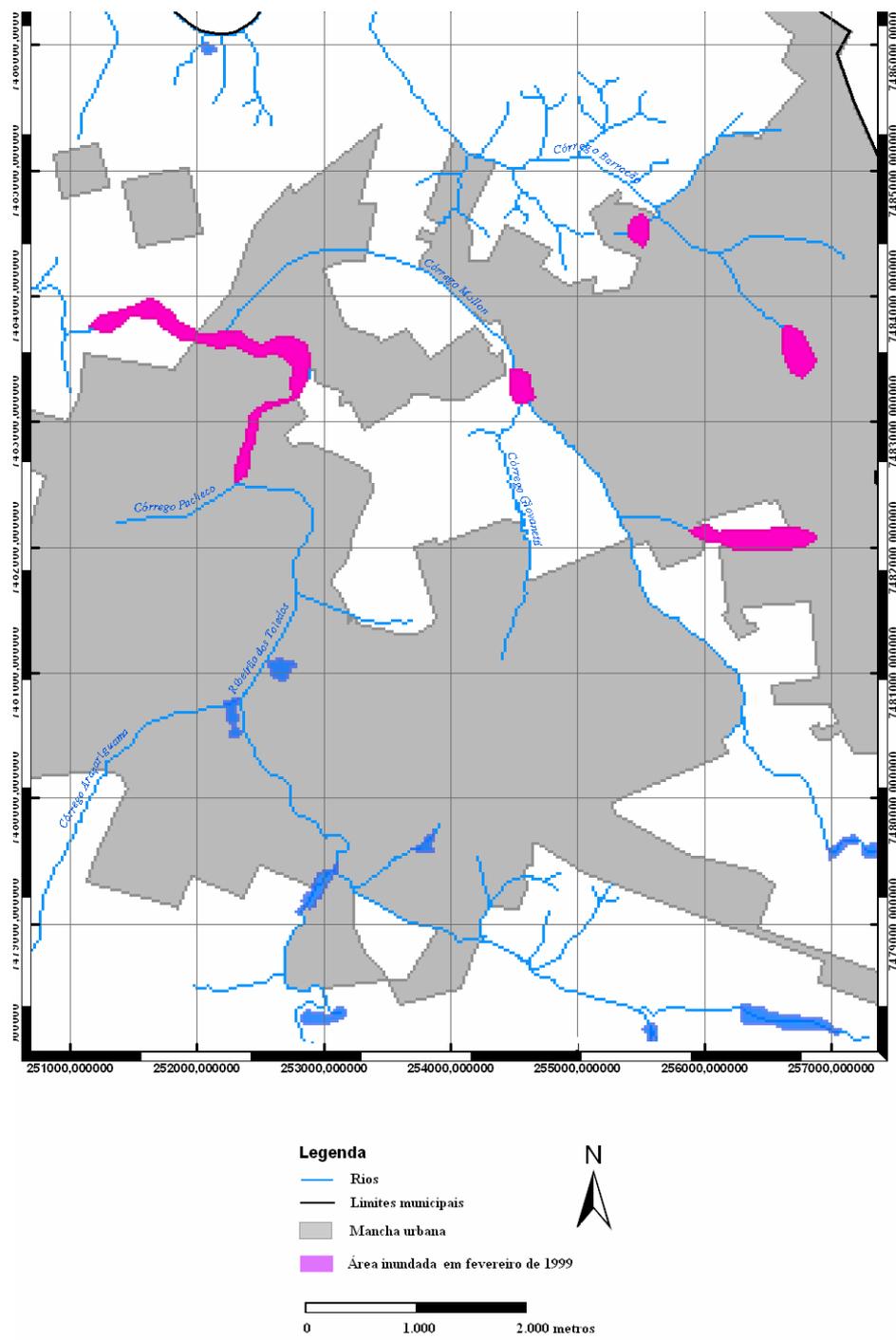


Figura 57 – Distribuição espacial do evento de inundação ocorrido no mês de fevereiro de 1999 em escala mais detalhada

Elaboração cartográfica: Daniel H. Candido

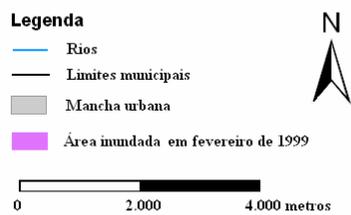
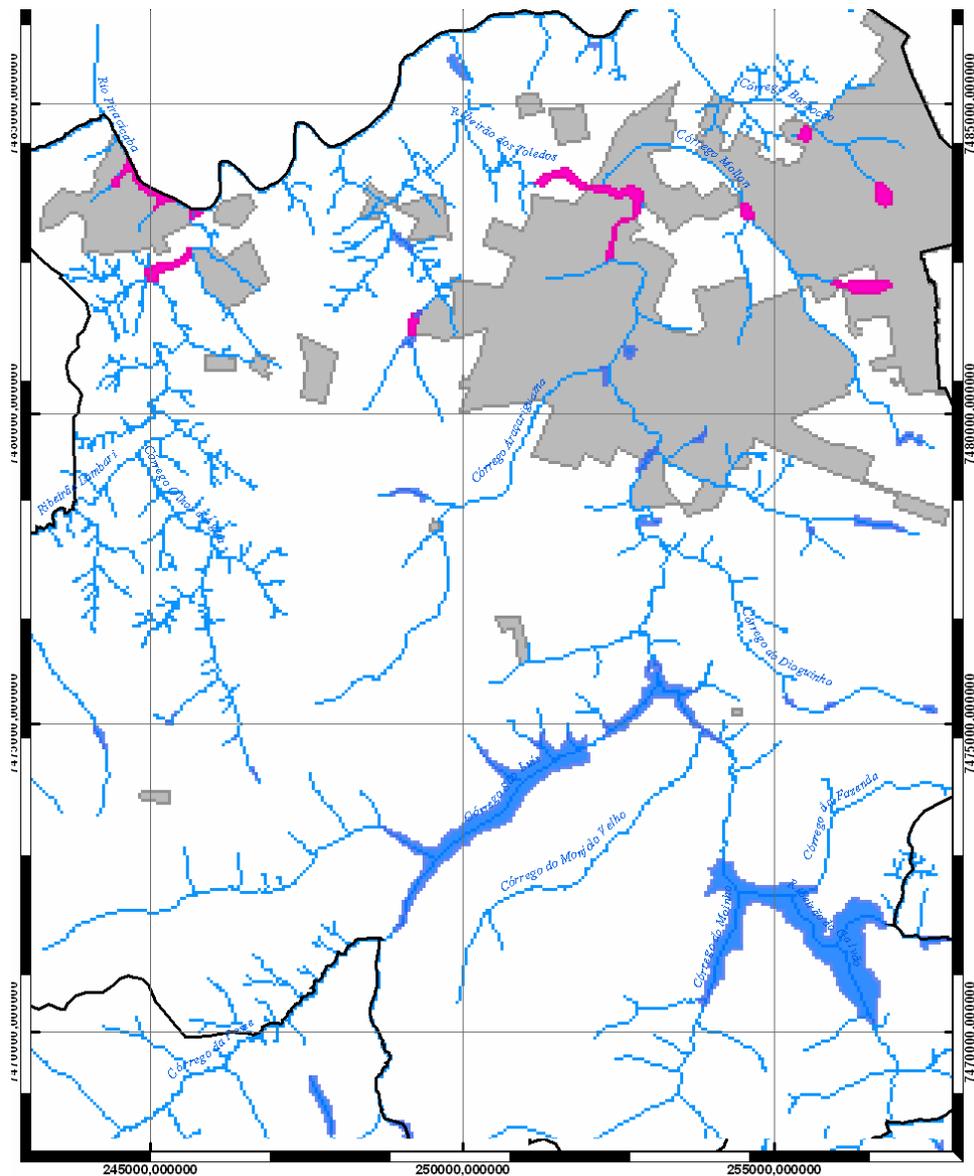


Figura 58 – Distribuição espacial do evento de inundação ocorrido no mês de fevereiro de 1999 em escala mais abrangente.

Elaboração cartográfica: Daniel H. Candido

10.2.15 - Março de 2000

O ano 2000 apresentou um mês de março bastante atípico, com presença de elevados montantes pluviométricos distribuídos de forma bastante irregular, algumas vezes acompanhados de ventos intensos. Em quatro diferente dias se registrou a ocorrência de eventos extremos, sendo que o maior deles correspondeu a 110 milímetros. A despeito desses elevados valores, as inundações não foram tão intensas como se esperaria com tais montantes. As inundações ficaram restritas a pontos situados às margens do Ribeirão dos Toledos.

Já as ocorrências de enxurradas e alagamentos foram mais generalizadas, atingindo diversos pontos da cidade sendo, inclusive, registrada a morte de uma pessoa nas proximidades do Córrego Mollon.

Esse evento está retratado na Figura 59. A imagem de satélite foi utilizada como plano de fundo para facilitar a visualização do estágio atingido pela pressão demográfica após o ano 2000⁴³. A urbanização se adensou com a realização de subdivisões de lotes, permitindo assim a construção de duas diferentes moradias em um único terreno (conhecidas como construções em “meio terreno”) implicando em taxas ainda maiores de impermeabilização dos solos, que acabam por ter conseqüências deletérias para a população em geral, sobretudo àquelas que habitam as áreas mais rebaixadas, próximas aos canais de drenagem.

Duas considerações podem ser feitas em relação aos canais do Ribeirão dos Toledos não terem transbordado do modo esperado em uma precipitação desse porte: a primeira se refere à distribuição irregular da precipitação desse mês. Ainda que as chuvas registradas tenham apresentado elevada intensidade, sua distribuição foi concentrada em poucos episódios, o que permitiu que o solo absorvesse o excedente de água disponível antes do próximo evento.

⁴³ Os demais mapas não foram sobrepostos para evitar-se a ocorrência de anacronismo, visto que a imagem não representaria a real área ocupada pela urbanização nas datas desses eventos.

A segunda consideração diz respeito ao fato das novas represas construídas no município (São Luís e Areia Branca) estarem passando por uma fase de acumulação, retendo assim grande parte da água que entraria diretamente no sistema, o que evitou que as inundações fossem mais intensas.



Figura 59 – Distribuição espacial do evento de inundação ocorrido no mês de março de 2000, com imagem do satélite Ikonos no plano de fundo. Elaboração cartográfica: Daniel H. Candido

11 - Resultados

Ainda que exista uma tendência de concentração dos eventos de precipitações maiores que 50 mm no período atual (Tabela 08), não se observa padrão algum de elevação na distribuição das precipitações potencialmente catastróficas, que seriam aquelas que apresentam medidas superiores a 100 milímetros em um período de 24 horas. A Tabela 23 exibe as datas em que eventos desse porte ocorreram no município estudado. A Figura 60 mostra a distribuição desses eventos, permitindo notar que não existe nenhuma tendência observável de aglomeração dessas ocorrências no período mais recente.

Tabela 23 – Maiores episódios de precipitação registrados no município de Santa Bárbara d'Oeste.

Posição	Data do registro	Precipitação em 24 horas (mm)
1º	15 de fevereiro de 1962	165
2º	06 de janeiro de 1960	141
3º	15 de fevereiro de 1998	131
4º	08 de janeiro de 1997	131
5º	07 de janeiro de 1966	125
6º	27 de janeiro de 1994	120
7º	22 de dezembro de 1994	114
8º	24 de fevereiro de 1959	114
9º	05 de fevereiro de 1994	111
10º	28 de março de 2000	110
11º	21 de fevereiro de 1970	110
12º	05 de fevereiro de 1962	110
13º	27 de dezembro de 1978	108
14º	09 de fevereiro de 1989	107
15º	04 de fevereiro de 1995	106
16º	03 de dezembro de 1955	105
17º	03 de novembro de 1961	102
18º	19 de fevereiro de 1972	101
19º	12 de fevereiro de 1961	101
20º	22 de janeiro de 1972	100
21º	17 de março de 1985	100

Fonte dos dados: DAEE – organizado por Daniel H. Candido

A distribuição da precipitação nos dias anteriores exerce grande influência na ocorrência ou não de inundações. No entanto, os eventos mais catastróficos estão relacionados à presença de montantes superiores a 100 mm/dia, como foi o caso das inundações ocorridas em fevereiro de 1970, março de 1984, dezembro de 1994, fevereiro de 1995, fevereiro de 1998 e março de 2000, que foram mapeados no capítulo 10 desse trabalho.

Alguns eventos deflagrados por precipitações de menor magnitude também foram bastante catastróficos, como aqueles registrados nos meses de junho de 1982 e janeiro de 1990. Ambos os casos ocorreram após precipitação de aproximadamente 80 milímetros. Porém o solo já estava bastante saturado devido à ocorrência de precipitações significativas nos dias que antecederam o evento.

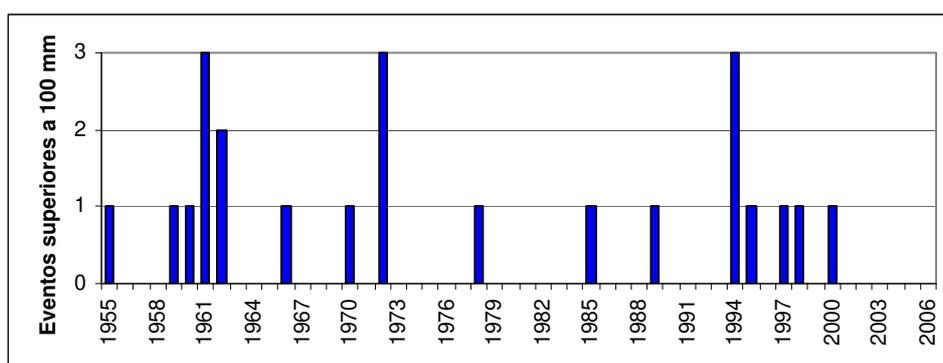


Figura 60 – Distribuição anual dos eventos que superaram a marca dos 100 milímetros em 24 horas.

Os anos de 1982 e 1983 foram severamente afetados por inundações, sendo que foram registrados 127 e 145 dias de chuva em cada ano, respectivamente, o que os colocam em primeiro e segundo lugar no *ranking* histórico para esse tipo de distribuição. Pesquisas indicam a ocorrência de um intenso evento oscilatório de aquecimento das águas do Pacífico Sul nesse ano (NUNES, 1997; FAGAN, 2000; PRELA, et. al, 2006). Esse forte El Niño certamente repercutiu na distribuição das precipitações desses dois anos, causando eventos temporalmente mais concentrados do que observado rotineiramente, implicando na ocorrência de ampla gama de problemas associados a tais eventos, que compreenderam a insuficiência dos sistemas de drenagem, concentração do escoamento superficial, superação da capacidade de retenção das represas, saturação do solo e transbordamento dos canais.

Após um ano pouco chuvoso, as inundações retornaram em 1985, ano em que também foi registrado um fraco evento de El Niño.

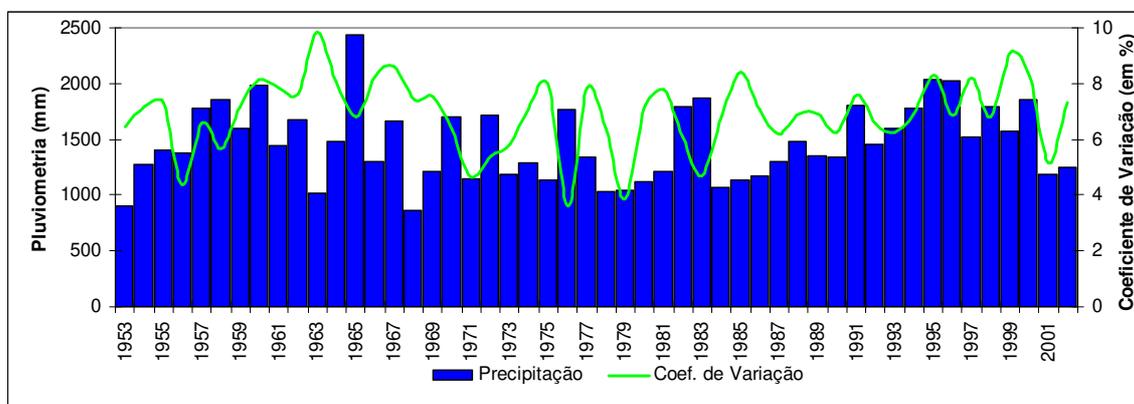


Figura 61 – Precipitação e coeficiente de variação

Elaboração: Daniel H. Candido

Pela Figura 61 percebe-se que não há um relacionamento direto entre a precipitação e os valores do coeficiente de variação, o que indica a baixa previsibilidade de como se dará a distribuição pluviométrica de um ano, quando comparado ao anterior. Em contrapartida, os baixos percentuais apresentados por esse coeficiente indicam que a distribuição ao longo de um mesmo ano não varia tão bruscamente, de modo que, pelo acompanhamento da dinâmica mensal da precipitação local, é possível esperar a ocorrência de longos períodos com chuvas superiores ou inferiores as médias observadas.

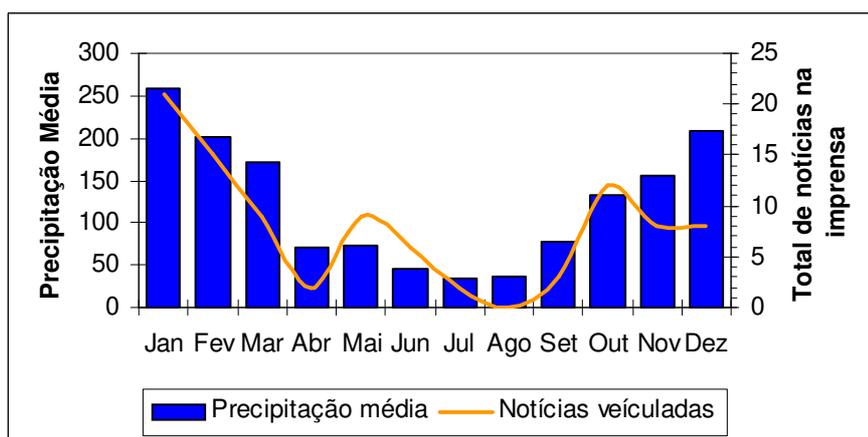


Figura 62 – Gráfico comparativo entre a precipitação média e a quantidade de notícias sobre o assunto veiculadas na imprensa.

Elaboração: Daniel H. Candido

O gráfico exibido na Figura 62 mostra que existe uma relação bastante coerente entre a quantidade média de chuvas dos meses do ano e o número de reportagens encontradas nos arquivos jornalísticos pesquisados. Os meses de maio e outubro fogem a essa tendência, destacando-se dos demais, em função da maior ocorrência de eventos tempestuosos, acompanhados de intensas rajadas de vento que, devido ao elevado potencial destrutivo, acabam recebendo maiores destaques da imprensa.

Esse fenômeno torna-se mais evidente quando analisado em conjunto com a distribuição das reportagens que abordam o registro de tempestades (Figura 63). Nesse caso, entende-se como tempestade, a ocorrência de precipitação – na forma líquida ou sólida - acompanhada de rajadas de vento com potencial energético suficiente para infringir algum tipo de lesão em seres vivos, ou causar algum dano a estruturas ou equipamentos construídos pelo homem.

A distribuição das notícias relacionadas a esse tipo de ocorrência possuem picos em março, maio e outubro, meses que consistem em períodos de mudança de estação, com constante presença de contrastes atmosféricos.

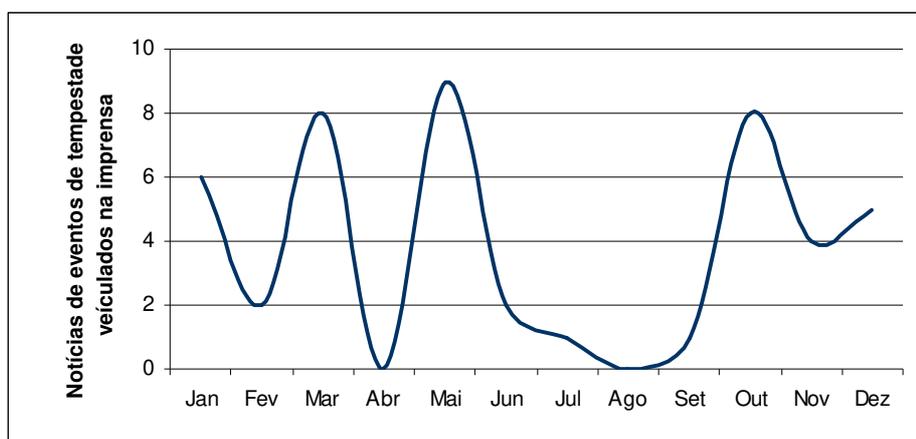


Figura 63 – Total de notícias retratando a ocorrência de tempestades.

Elaboração: Daniel H. Candido

O gráfico da Figura 64 retrata a distribuição percentual da ocorrência dos eventos de precipitação superiores a 50 milímetros. Essa distribuição não se assemelha a observada com relação a divulgação de notícias sobre esses eventos, o que indica que a maior

veiculação de reportagens do gênero nos meses de março, maio e outubro estejam realmente mais relacionadas com a formação de tempestades, do que com a chuva propriamente dita.

O levantamento da distribuição das notícias deixou evidente que as ocorrências fora da estação mais chuvosa recebem maior destaque. Isso possivelmente se dá em função do fato de que os eventos extremos ocorridos nos meses com baixa precipitação (outono e inverno) normalmente acontecem acompanhados de fortes ventos, que provocam danos em toda a área atingida, não ficando somente restrito às várzeas dos canais. Ressalta-se que por grande período a cidade possuiu somente jornais semanais e bi-semanais, sendo que somente a partir da década de 1990 passou a contar com publicações diárias, o que pode ter exercido certa influencia na forma em que cada evento foi noticiado.

Nunes (1997) concluiu que no estado de São Paulo, o outono e o inverno apresentam maior variabilidade nos montantes precipitados, enquanto que a primavera foi a estação mais homogênea. Os resultados obtidos nesse trabalho reforçam esse aspecto, que acaba se refletindo na quantidade de notícias divulgadas (Figuras 62 e 63), uma vez que alguns desses eventos atingem proporções suficientes para alterar a rotina diária da população local, tornando-se então alvo das abordagens jornalísticas.

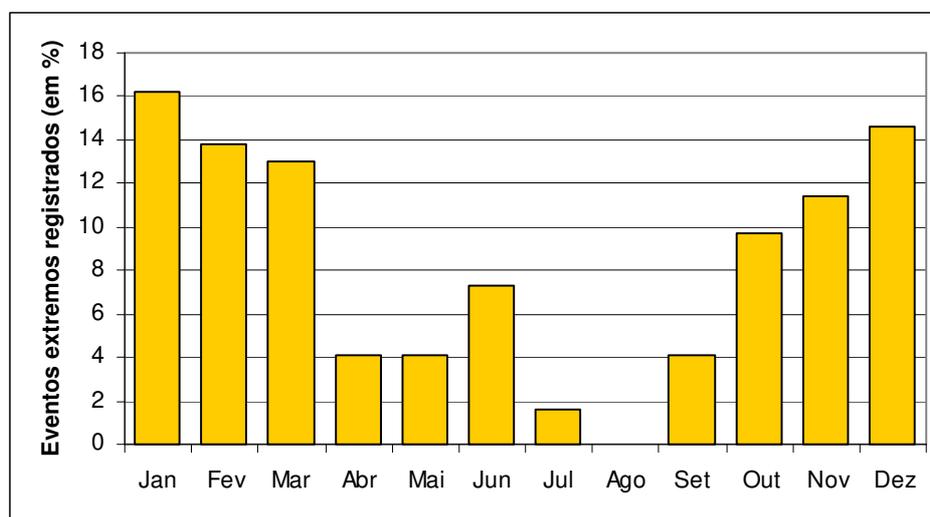


Figura 64 – Quantificação e distribuição mensal dos eventos extremos de precipitação, em porcentagem.

Elaboração: Daniel H. Candido

O uso de SIG (Sistemas de Informações Georreferenciadas) foi fundamental para a execução deste trabalho, na medida em que a adoção dessa técnica proporcionou um apoio fundamental na pesquisa, fornecendo informações agrupadas de modo a auxiliar a apreensão do fenômeno estudado. O estudo de Oliveira (1998), demonstra que o uso de SIG atende a aplicações genéricas em estudos sobre a distribuição espacial de diversos eventos. Segundo Catão e Sartor (2001, p.2)

[...] a tecnologia SIG, dada sua capacidade em armazenar, gerenciar e analisar diversos tipos de dados espacialmente referenciados, mostra-se como importante instrumento na realização de consultas e análises, gerando novas informações e permitindo uma melhor visualização da distribuição espacial de fenômenos demográficos, sociais, econômicos e ambientais [...] outro recurso que vem sendo explorado é o processo de modelagem digital de terrenos (MDT).

Os mapeamentos deste estudo permitem observar que, de modo geral, o aumento da população está diretamente relacionado ao avanço da área de abrangência das inundações ocorridas na zona urbana.

Usando como base informações levantadas sobre o relevo, taxa de urbanização e abrangência de eventos pretéritos foi possível realizar uma classificação do risco de inundação existente para a área urbana do município (Figura 65).

A execução desse tipo de mapeamento é importante, tendo em vista que trabalhos desse tipo podem fornecer subsídios ao planejamento urbano municipal, como afirmado por Figueiredo, 2003:

o mapeamento de áreas inundáveis representa uma ferramenta importante para direcionamento das expansões urbanas e a ordenação do uso e ocupação do solo, pois dispondo-se do zoneamento dessas áreas, pode-se delimitá-las e designá-las para usos adequados.

(p.1791)

Para facilitar a visualização do mapa optou-se pela separação das áreas inundáveis em quatro subcategorias:

Classe 1 – compreende as áreas que, apesar de nunca terem sido atingidas por inundações, apresentam potencial de ocorrência desse fenômeno. Essa suscetibilidade pode se dar em função da geomorfologia ou da taxa de urbanização das áreas no entorno, que influenciam os montantes de escoamento superficial. A sua distribuição mostra que o

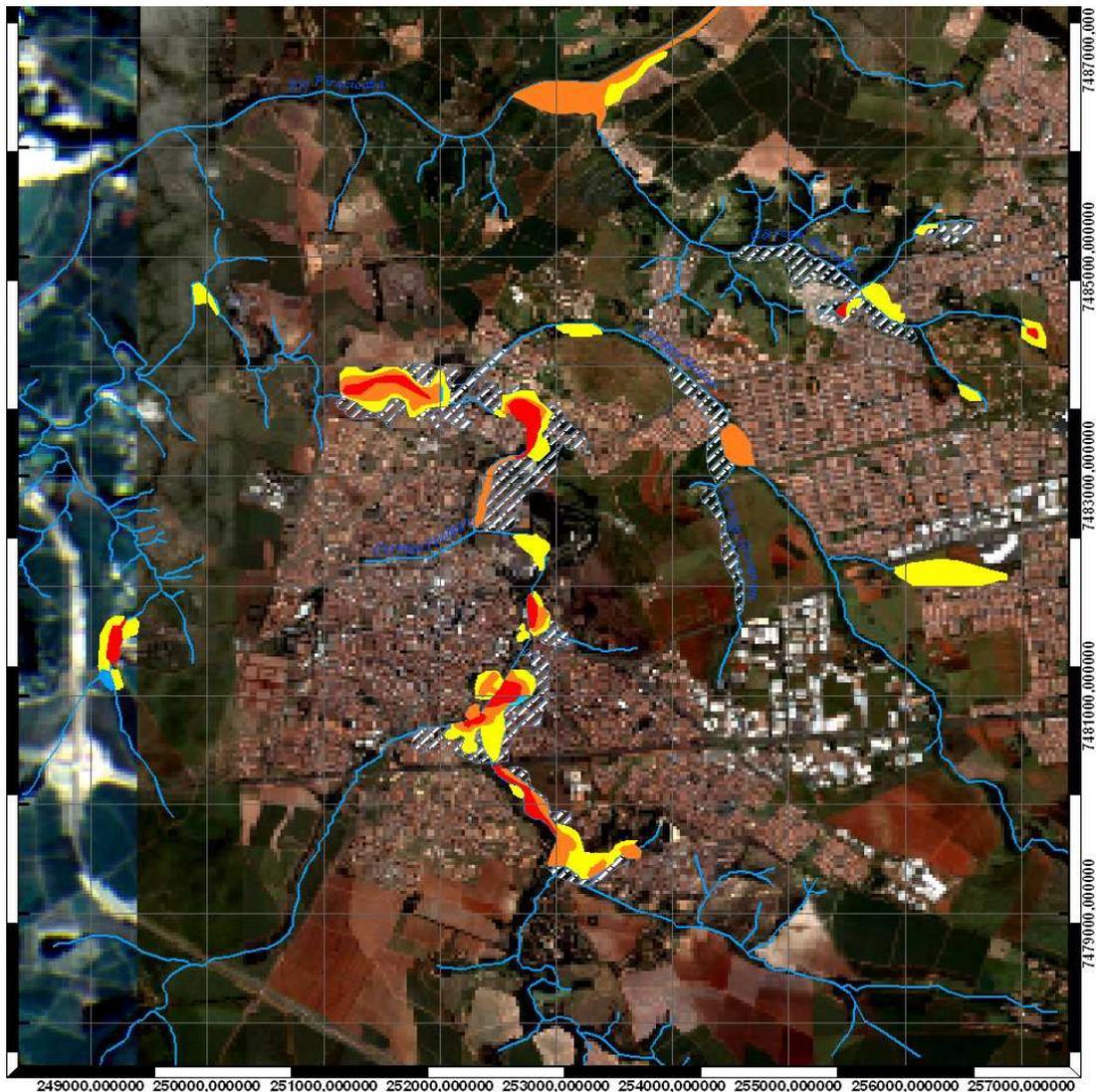
avanço da urbanização deve ser controlado em alguns locais, tendo em vista a possibilidade de grande aumento quantitativo da população atingida.

Classe 2 – corresponde aos locais onde o risco pode ser considerado médio. Essa classe abarca os terrenos que são cobertos pelas águas durante inundações deflagradas, sobretudo, por precipitações intensas e de ampla duração temporal.

Classe 3 – corresponde às áreas de risco médio-alto. Compreende as terras em nível inferior aos da segunda classe, já situadas nas áreas planas próximas ao canal, estando assim mais suscetível à ocorrência de inundações.

Classe 4 – indica os locais mais próximos aos canais, com alto risco de ocorrência de inundações. As precipitações não precisam ser tão intensas para deflagrarem inundações nesses locais; basta que o evento tenha concentração temporal suficientemente alta para exceder a capacidade de escoamento dos canais fluviais para que estes transbordem e atinjam tais áreas. Por consistirem sempre nos primeiros locais a serem mais atingidos, a população que habita essa área torna-se mais vulnerável a esses *hazards*.

As áreas não classificadas estão fora da zona de risco quando se trata apenas de episódios de inundações. Contudo, considerando o grande volume de água que escoam em episódios de chuvas intensas, é possível a ocorrência de alagamentos generalizados atingindo, inclusive, locais relativamente distantes de qualquer corpo d'água. Tais eventos estariam associados ao grande volume de água escoado e não ao transbordamento do canal, não estando, portanto, representados neste mapeamento.



Legenda

-  Rios
-  Limites municipais

Classificação quanto ao risco de ocorrências de inundações

-  Classe 1 - áreas potencialmente inundáveis
-  Classe 2 - áreas com risco médio
-  Classe 3 - áreas com risco médio-alto
-  Classe 4 - áreas com risco alto



Figura 65 - Classificação topológica quanto o risco de ocorrência de inundações.

Observando a Figura 65 é possível notar que os locais de alto risco concentram-se na bacia do Ribeirão dos Toledos, principalmente no trecho onde o seu canal principal cruza a área central do município. Ao longo desse trecho percebe-se também a presença de amplas áreas classificadas com risco médio ou médio-alto.

A bacia do Córrego Barroco, situada a nordeste da área mapeada, possui uma grande área potencialmente inundável, fato que pode acabar se materializando devido ao elevado crescimento urbano no local.

A construção de habitações nas áreas de alto risco não é recomendada, devendo ser mantidas livres para facilitar a circulação das águas durante as inundações. O aproveitamento dessas áreas como locais de lazer (parques, campos de esportes, praças, áreas verdes) deve ser encorajado, pois além de evitar que residências sejam atingidas diretamente pelas águas, pode prover um aumento substancial da capacidade de infiltração do solo, evitando assim ocorrências de pontos de inundações a jusante.

Tendo em vista o elevado impacto econômico e social causado pela remoção da população que habita o local, as áreas de médio risco já ocupadas podem ser mantidas desse modo. Porém, deve ser oferecido apoio à população (tanto técnico, como financeiro) para que sejam realizadas obras de adaptações nas residências, de modo a se minimizar os danos causados por inundações que eventualmente as atinjam.

A instalação de estruturas visando o incremento da infiltração das águas no subsolo é recomendada nesses locais. Valas de retenção construídas em material poroso e permeável podem facilitar a infiltração do excedente hídrico no solo, de modo a retardar a chegada dessa água no canal (FENDRICH e OLIYNIK, 2002).

12 - Considerações finais

Ao todo 15 eventos de inundação foram mapeados nessa pesquisa. Destaca-se que nem todos os episódios registrados estão cartograficamente representados. Somente os eventos mais abordados pela imprensa foram escolhidos para tal análise, considerando-se o detalhamento das informações obtidas nesses casos. Desses merecem destaque as ocorrências de junho de 1982, maio de 1983, dezembro de 1994, que tiveram ampla abrangência espacial e impactos igualmente significativos.

Normalmente, as inundações na área pesquisada ocorrem em função da atuação de sistemas convectivos ou convectivos associados aos frontais. Raramente os sistemas de origem **exclusivamente** frontal têm potencial para acarretar precipitações intensas o suficiente para deflagrar processos de inundação.

Contudo, as maiores inundações não foram necessariamente desencadeadas por precipitações convectivas, mas sim pela associação de diferentes sistemas atmosféricos⁴⁴ que criam condição de grande instabilidade, que pode perdurar por vários dias. Por exemplo, uma precipitação isolada de 80 mm pode ser muito menos prejudicial do que uma precipitação de 50 mm precedida por um período de 3 dias quando se registraram montantes de 10mm/dia (que também totalizaria os mesmo 80 mm), pois a precipitação costuma ter um maior potencial para causar inundações a partir do momento em que o solo local encontra-se saturado de água, o que costuma ocorrer após um ou dois dias de precipitação intensa.

Como as precipitações intensas precedidas por dias chuvosos apresentam maior potencial de inundação do que eventos mais fortes, porém isolados, é recomendável a intensificação da atuação dos órgãos mantidos pelo poder público durante os meses de verão (sobretudo o corpo de bombeiros e a Defesa Civil). Percebe-se que jamais foi registrado algum evento extremo de ventos ou precipitação durante o mês de agosto. Tendo em vista que órgãos públicos, como o CPTEC, disponibilizam gratuitamente informações sobre previsões climáticas de longo prazo⁴⁵, esse período de latência poderia ser aproveitado para a realização de ações preparatórias visando uma atuação mais apropriada perante os *hazards* que ocorrerão na próxima temporada.

⁴⁴ Nuvens de origem convectiva atuando conjuntamente ao avanço de sistemas frontais. Essa associação acaba intensificando as nuvens sobre a área, acarretando chuvas mais intensas.

⁴⁵ Através do *website* www.cptec.inpe.br/clima/

É importante que os órgãos públicos estejam prontos para agir do modo correto sempre que necessário, pois, além de minimizar os danos econômicos decorrente dos impactos dos eventos, essa ação pode salvar vidas. Destaca-se que os jornais consultados relataram a ocorrência de quatro óbitos diretamente relacionados às inundações.

Dentre os problemas provocados pela precipitação intensa podem-se destacar os relacionados ao rompimento da barragem da represa de Cillo, em 1991. A alteração do fluxo de água em função dessa ocorrência aumentou a concentração de poluentes, o que acarretou vários eventos de mortandade de peixes no inverno de 1992, enfatizando que as conseqüências dos danos causados pelas chuvas perduram por longos períodos.

O acompanhamento dos arquivos jornalísticos, feito em uma escala diária, através da consulta de todos os jornais publicados no município no período compreendido entre 1955 a 2003, permitiu a constatação de que, na maior parte dos casos, a reconstrução das estruturas danificadas pelos eventos demandou longo tempo, sobretudo a restauração de patrimônios públicos. Algumas ruas e pontes só foram reparadas anos após o incidente.

Outra questão que deve ser observada é a eficácia de algumas obras anti-inundações e a ineficiência de outras. Os arquivos consultados apresentam diversos relatos de iniciativas visando a contenção das águas, de modo direto ou indireto, dentre as quais destacam-se:

- Retificação do canal – Obras visando a redução da sinuosidade natural dos rios locais, com conseqüente aumento da velocidade do fluxo de água. Não aconselhável em função do elevado grau de impacto ambiental acarretado pela obra, além de ter eficiência duvidosa, pois ao mesmo tempo que diminui o risco de inundação em certas áreas, pode causar danos maiores à jusante.
- Dragagem – ação objetivando o desassoreamento, alargamento ou aprofundamento dos canais. É efetiva na medida em que aumenta a velocidade da corrente e eleva a capacidade volumétrica do canal em questão. Porém, é necessária a realização de um estudo detalhado antes da sua execução, para minimizar os impactos ambientais decorrentes das modificações impostas ao curso d'água.

- Limpeza das margens – consiste em manter as bordas dos canais livres de obstáculos, com o controle do tamanho das gramíneas que ali crescem e limpeza do lixo acumulado. É eficaz na medida em que o atrito é reduzido e a água escoar mais livremente, atingindo uma velocidade mais elevada.
- Construção de diques – objetiva a contenção das águas dentro do canal. No caso de Santa Bárbara d'Oeste não surtiu efeito, pois a barreira foi construída em terra e acabou cedendo à ação das águas logo na primeira inundação.
- Abertura de trecho de estrangulamento do canal – obra objetivando aumento da largura do canal em um trecho onde há um estreitamento natural e conseqüente redução da velocidade do fluxo. A abertura desse trecho foi responsável pela modificação no padrão espacial das ocorrências, visto que a água que se acumularia à montante desse de forma livre, facilitando o advento de inundações nos bairros mais periféricos.
- Construção de lagos e represas – medida visando armazenamento e redução da velocidade do fluxo de água. Nesse estudo foi a ação que mais surtiu efeito, pois os grandes corpos d'água construídos no município são capazes de reter grandes quantidades de água. Contudo, um efeito secundário foi observado: a alteração no tempo de chegada das ondas de enchente, o que fez com que algumas inundações ocorressem mais de 20 horas após o registro da precipitação, especificamente nas ocasiões em que as chuvas ocorreram na porção da bacia situada à jusante do represamento.

Tendo em vista os aspectos aqui apresentados, conclui-se que não é possível analisar as inundações de uma forma reducionista. Por tratar-se de um evento desencadeado por uma junção complexa de elementos, que compreendem desde os aspectos físico-naturais até aqueles ligados a estrutura socioeconômica local, não existe um valor limite de precipitação acima do qual necessariamente será notada a ocorrência do fenômeno.

Portanto, as inundações não podem ser avaliadas de forma puramente matemática, através da simples adoção de fórmulas e métodos computacionais. A complexidade da questão exige uma análise mais holística, na qual é essencial o crivo de um profissional da

área da Geografia, que possui a formação necessária para ponderar informações de origens físicas e sociais, interpolando-as do modo mais adequado para a obtenção da representação mais próxima possível à realidade.

Referências

AMORIM, M.C.C.T. **O clima urbano de Presidente Prudente**. Tese (Doutorado em geografia). São Paulo, 2000. 374p.

ARAKI, R.; NUNES, L.H. EPISÓDIOS PLUVIAIS ASSOCIADOS A ESCORREGAMENTOS NO MUNICÍPIO DO GUARUJÁ.. In: **Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica**, 6, 2004, Aracaju. Contribuições científico-técnicas, 2004.

ATKINSON, B.W.; GADD, A. **Weather – A Modern Guide to Forecasting**. [S.l]: Mitchell Beazley Publishers, 1986.

BERNDTSSON, R; NIEMCZYNOWICZ, J. SPATIAL AND TEMPORAL SCALES IN RAINFALL ANALYSIS: SOME ASPECTS AND FUTURE PERSPECTIVES. **Journal of Hydrology** Amsterdam, Holanda v100 n.1-3 p293-313, 1988.

BEYER, J.L. Global summary of human response to natural hazards: floods. In **Natural hazards – local, national, global**, 1974.

BRAGA, R; CARVALHO, P.F. **Recursos hídricos e planejamento urbano e regional**. Rio Claro: IGCE/UNESP, 2003

BRANCO, C. **Enchentes em São Paulo**. São Paulo: Sindicato dos Escritores do Estado de São Paulo, 1985 30 p.

BRASIL, lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965

BRASIL. Comissão Interministerial para Preparação da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento. **O desafio do desenvolvimento sustentável**. Brasília: CIMA, 1991

BRIGHETTI, A. **Retificação de cursos d'água**. Universidade de São Paulo – Escola Politécnica – Departamento de Hidráulica. Disponível em <<http://www.fcth.br/public/cursos/phd5023/meandros3.pdf>> Acesso em: 18 jan. 2007.

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

BRYANT, E.A.. **Climate process and change**. Cambridge: Cambridge University Press, 1997.

BURROUGHS, W.J. **Does the weather really matters?** Cambridge, Cambridge University Press, 1997.

CANDIDO, D.H. **Relação entre precipitação e altimetria na área entre o vale do Rio Tietê e a Serra da Mantiqueira.** Monografia de conclusão de curso, Instituto de Geociências - Unicamp, Campinas, 2003.

CARDOSO C.A, DIAS H.C.T, SOARES C.P.B, MARTINS S.V; **CARACTERIZAÇÃO MORFOMÉTRICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DEBOSSAN, NOVA FRIBURGO, RJ.** *Árvore* Viçosa, ano30 v2 n2 p241-248, 2006.

CATÃO, G.A; SARTOR, C.E. **O USO DA TECNOLOGIA SIG NA ANÁLISE DAS DESIGUALDADES SÓCIO-ESPACIAIS NA METRÓPOLE DO RIO DE JANEIRO** [s.l] **GIS Brasil**, 2001

CETESB, **CETESB multa DAE de Santa Bárbara d'Oeste em R\$69,6 mil** [online] Disponível em <www.cetesb.sp.gov.br/noticentro/2006/03/10_dae.htm> Acesso em 23 de maio de 2007.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia** (2ª Edição) São Paulo: Blücher, 1980.

CHRISTOFOLETTI, A; FEDERICI, H. **A Terra Campineira (Análise do Quadro Natural)**. Campinas: Mousinho, 1972.

CONDINI, P. **Subsídios para educação ambiental na bacia hidrográfica do Guarapiranga.** São Paulo:SMA/CEAM, 2001.

DEMILLO, R. **Como Funciona o Clima.** São Paulo: Quark Books, 1998.

FAGAN, B. **Floods, famines and emperors - El Niño and the fate of civilizations.** London: Pimlico, 2000, 284p.

FENDRICH, R; OLIYNIK, R. **Manual de utilização das águas pluviais – 100 maneiras práticas.** Curitiba: Chain Editora, 2002 (167 p.)

FERREIRA, A.B.H. **Novo Dicionário Aurélio Básico da Língua Portuguesa.** Rio de Janeiro : Nova Fronteira, 1988.

FIGUEIREDO, A.P.S. DETERMINAÇÃO DA MANCHA DE INUNDAÇÃO DO MUNICÍPIO DE ITAJUBÁ NA ENCHENTE DE JANEIRO/2000. In **Anais do XI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto** . Belo Horizonte, 05 a 10 de abril de 2003.

FONSECA, R.B; DAVANZO, A.M.Q; NEGREIROS, R.M.C. **Livro Verde: Desafios para a Gestão da Região Metropolitana de Campinas.** Campinas: IE-Unicamp, 2002.

FUJIHARA, A.K. **Predição de erosão e capacidade de uso do solo numa microbacia do oeste paulista com suporte de geoprocessamento.** (dissertação de mestrado) ESALQ-USP, Piracicaba, 2002.

GALLO, Z. **A defesa da qualidade das águas da Bacia do Rio Piracicaba: O papel da Cetesb e de todos nós.** tese (doutorado) - Instituto de Geociências, UNICAMP, Campinas, 2000.

GODIM FILHO, J; MEDEIROS, V.V.R. **GESTÃO DA ÁGUA NO MEIO URBANO E CONTROLE DE INUNDAÇÕES.** In **I Simpósio Brasileiro de Desastres Naturais**, Florianópolis: IFSC, 2004.

GORE, A. **A Terra em balanço.** São Paulo: Augustus, 1993.

GRIMMOND, C. S. B.; OKE, T. R. **Rates of evaporation in urban areas, in Biometeorology and Urban Climatology at the Turn of the Millennium.** WMO, 2000.

HELD, G, A. M. GOMES, K. P. NACARATTO, O. PINTO Jr., e E. L. NASCIMENTO, **THE STRUCTURE OF THREE TORNADO-GENERATING STORMS BASED ON DOPPLER RADAR AND LIGHTNING OBSERVATIONS IN THE STATE OF SÃO PAULO.** In **8th International Conference on Southern Hemisphere Meteorology and Oceanography** . Foz do Iguaçu, 24 e 28 de abril de 2006.

INSTITUTO GEOGRÁFICO E CARTOGRÁFICO. **Carta de Utilização da Terra do Estado de São Paulo.** Escala 1:250.000. Folha Campinas (SF-23-Y-A). São Paulo. IGC: Plano Cartográfico do Estado de São Paulo. 1980

JAIN, R.K; **Environmental impact analysis.** New York: Litton Educational Publishing Inc, 1977

JESUS, J.A. **SIMULAÇÃO DE INUNDAÇÕES URBANAS COM IMAGENS CBERS, DEM SRTM E LEVANTAMENTOS GPS – ESTUDO DE CASO NA CIDADE DE JACOBINA, BA.** In **Anais do XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto** . Florianópolis, 21 a 26 de abril de 2007.

JOHNSON, D.L. LEWIS, L.A. **LAND USE AND DEGRADATION IN HISTORICAL PERSPECTIVE.** In **Land degradation: creation and destruction.** Johnson, D.L., Lewis, L.A. Blackwell Publishers: Oxford, 1995.

JOHNSON, R.J. **Enviromental Problems: Nature, Economy and State.** London: Belhaven Press, 1989 (211 p.)

JOHNSON, S.L; SAIRE, D.M. **Effects of urbanization on floods in the Houston, Texas, Metropolitan Area.** Austin: USGS – Water-resources Investigations, 1973.

LANDIM, P.M.B. **Introdução aos métodos de estimação espacial para confecção de mapas.** Rio Claro: Unesp, 2000.

LANDSBERG, H.E. **O CLIMA DAS CIDADES.** In **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo. 18, p.95-111. 2006.

LAVELL, A. DEGRADACION AMBIENTAL, RIESGO Y DESASTRE URBANO. PROBLEMAS Y CONCEPTOS: HACIA LA DEFINICIÓN DE UNA AGENDA DE INVESTIGACIÓN. In: FERNÁNDEZ, M.A **Ciudades en riesgo**, Lima, Peru. LA RED, 1996 (p.21 – 59)

LINACRE, E. CARACTERÍSTICAS DAS VÁRIAS ESCALAS DO CLIMA. In **Boletim da Sociedade Brasileira de Meteorologia**, (5), p-11-14. 1981.

LOCH, C. **A interpretação de imagens aéreas: noções básicas e algumas aplicações nos campos profissionais**. Florianópolis, UFSC, 2001 (118 p.)

LOMBARDO, M.A. **Ilha de calor nas metrópoles**. São Paulo, Hucitec, 1985.

LOBSTER, T.. **Flood trends and global change**. Disponível em <<http://www.iiasa.ac.at/Research/RMP/june99/papers/loster.pdf>> (acessado em 18 de Janeiro de 2007). 1999.

LUTGENS, F.K.; TARBUCK, E.J. **The Atmosphere**. New Jersey, Prentice Hall,1998.

MARANDOLA JR, E; HOGAN, D.J. NATURAL HAZARDS: O ESTUDO DOS RISCOS E PERIGOS. In **Ambiente & Sociedade** Campinas, v7 n2 p95-110, 2004.

MARCELINO, I.P.O. **Análise de episódios de tornados em Santa Catarina: caracterização sinótica e mineração de dados**. dissertação (mestrado) São José dos Campos: INPE, 2003.

MATTEDI, M.A. **As enchentes como tragédias anunciadas: Impactos da problemática ambiental nas situações de emergência em Santa Catarina**. Tese (doutorado) Campinas, IFCH – Unicamp, 1999.

MATTEDI, M.A; BUTZKE, I.C. A RELAÇÃO ENTRE O SOCIAL E O NATURAL NAS ABORDAGENS DE HAZARDS E DE DESASTRES. In **Ambiente & Sociedade** Campinas, n9 p93-114, 2001.

MATTOS, S.H.V.L. **Avaliação da qualidade ambiental da bacia hidrográfica do córrego do Piçarrão (Campinas-SP)**. dissertação (mestrado) - Instituto de Geociências, UNICAMP, Campinas, 2005.

MEADOWS, D. **Beyond the limits: global collapse or a sustainable future**. London: Earthscan Publications, 1992.

MENDONÇA, F. O CLIMA URBANO DE CIDADES DE PORTE MÉDIO E PEQUENO: ASPECTOS TEÓRICOS-METODOLÓGICOS E ESTUDO DE CASO. In SANTANA NETO, J.L.; (org) **Variabilidade e Mudanças Climáticas**. Maringá: Eduem, 2000.

MONTEIRO, C.A. de F. **A dinâmica climática e as chuvas no Estado de São Paulo (estudo geográfico sobre a forma de Atlas)**. São Paulo: IGEOG-USP, 1973.

MONTEIRO, C.A. de F. **O clima e a organização do espaço no Estado de São Paulo: problemas e perspectivas**. São Paulo: IGEOG-USP, 1976.

MONTEIRO, C.A. de F. DERIVAÇÕES ANTROPOGÊNICAS DOS GEOSISTEMAS TERRESTRES NO BRASIL E ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS In **Anais do Simpósio “A comunidade vegetal como unidade biológica, turística e econômica”**. São Paulo: Academia de Ciências do Estado de São Paulo, 1978.

MONTEIRO, C.A. de F; MENDONÇA, F. **Clima Urbano**. São Paulo: Contexto, 2003.

NAÇÕES UNIDAS. *CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE O MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. Agenda 21*. Brasília: Senado Federal – Secretaria de edições técnicas, 1996.

NASCIMENTO, C.M; PEREIRA, M.A.M.G. **Atlas Climatológico do Estado de São Paulo**. Campinas: Fundação Cargil, 1988.

NEGRI, B. URBANIZAÇÃO E DEMANDA DE RECURSOS HÍDRICOS NA BACIA DO RIO PIRACICABA NO ESTADO DE SÃO PAULO. In: **Semana de debates sobre recursos hídricos e meio ambiente (ATAS)** Consórcio Intermunicipal, n. 8, 1992. (14p.)

NIMER, E., **Climatologia do Brasil**. Rio de Janeiro: SUPREN/IBGE, 1979. (421 p.)

NÓBREGA, R.A.A; SANTOS, C; CINTRA, J.P. COMPARAÇÃO QUANTITATIVA E QUALITATIVA ENTRE O MODELO DIGITAL GERADO PELO SRTM E POR AEROFOTOGRAMETRIA. In **Anais do XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**. Florianópolis, 21 a 26 de abril de 2007.

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

NUNES, L.H. **A escala nas ciências atmosféricas**. Revista do Instituto Geológico. São Paulo n19 p71-73, 1998

NUNES, L.H., CANDIDO, D.H., VICENTE, A.K., ARAKI, R., SANTOS, F.R.N. dos, COLLAÇO, M.M., CASTELLANO, M.S., BARBIN, N.B.B Condicionantes físicos e impactos dos tornados do final de março de 2006 em setores do interior paulista. Aprovado para publicação na Revista **Geosp**.

OLIVEIRA, G; SILVA, I. MEIO AMBIENTE: AS CONSEQÜÊNCIAS DE NOSSAS AÇÕES. In: **X Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada** Rio de Janeiro, 2003 (CD)

OLIVEIRA, R.P; **Modelagem de objetos e terrenos para sistemas de informação.** [s.l] Embrapa, 1998

OLIVER, J.E; J.J. HIDORE. **Climatology – an atmospheric science.** New Jersey: Prentice Hall, 2002.

PAGNEY, P. **La Climatologie.** Paris: Presses Universitaires de France, 1973.

PASCHOAL, W. **As inundações no Cambuci: percepção e reação do habitante de uma área central da metrópole a um de seus problemas mais sérios.** Dissertação (mestrado) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo: São Paulo, 1981.

PERRELLA, A.C.F. **Estudo e localização das áreas de inundação em S. José dos Campos - SP, com base no atendimento pela Defesa Civil e na pluviometria regional, como subsídio ao planejamento urbano.** 1999. Dissertação (Mestrado em Planejamento urbano e regional) Universidade do Vale do Paraíba/SP.

PEZZOPANE, J.E.M; SENTELHAS, P.C; ORTOLANI, A.A; MORAES, A.V.C. **CARACTERIZAÇÃO DA CHUVA HORÁRIA EM TRÊS LOCAIS DO ESTADO DE SÃO PAULO: UM SUBSÍDIO AO PLANEJAMENTO DE OPERAÇÕES AGRÍCOLAS DE CAMPO.** In **Scientia Agrícola**, Piracicaba, 52(1) p70-77. 1995.

PIACENTE, F.J. **AS BACIAS HIDROGRÁFICAS DO PCJ: A SITUAÇÃO AMBIENTAL E A AGROINDÚSTRIA CANAVIEIRA LOCAL.** In: 3º **Seminário Internacional de Ciência e Tecnologia na América Latina.** Campinas, ANAIS... Campinas, 2006.

PIELKE, A.R; DOWNTON, M.W. **PRECIPITATION AND DAMAGING FLOODS: TRENDS IN THE UNITED STATES, 1932-97.** In **American Meteorological Society**, p.3625 – 3637, Outubro, 2000.

PIRES NETO A.G, **Estudo morfotectônico das bacias hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá e áreas adjacentes no Planalto Atlântico e Depressão Periférica.** Rio Claro: IGCE-UNESP, 1996 (70 p.)

PMSBO. **Santa Bárbara d'Oeste – Guia da Cidade.** Santa Bárbara d'Oeste: PMSBO, 1982.

PNUD. **Efectos de las lluvias caídas en Venezuela – en diciembre de 1999.** Caracas: CDB Publicaciones, 2000.

PRELA, A; GARCIA, B.I.L; PEREIRA, A.R. **VARIAÇÃO DE GRAUS-DIA EM PIRACICABA (SP) EM ANOS DE EL NIÑO E LA NIÑA.** In **Bragantia**, Campinas, v65 n3 p527-532, 2006.

RAMALHO, J.F.G.P; SOBRINHO N.M.B do A. METAIS PESADOS EM SOLOS CULTIVADOS COM CANA-DE-AÇÚCAR PELO USO DE RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS. In **Floresta e Ambiente**, v8n1p120-129, 2001.

RIBEIRO, A.G. *AS ESCALAS DO CLIMA*. In **Boletim de Geografia Teorética**, 23 (45-46):288-294, 1993.

READING, A.J; RUSSEL, D.J; MILLINGTON, A.C. **Humid tropical environments**. Blackwell Publishers Ltd: Oxford. 1995.

ROCHA, E.M. CUSTOS HUMANOS E ECONÔMICOS GERADOS POR DESASTRES NATURAIS OCORRIDOS NO BRASIL NOS ÚLTIMOS 25 ANOS. In **I Simpósio Brasileiro de Desastres Naturais**, Florianópolis: IFSC, 2004

ROCHEFORT, M. **Les Fleuves**. Paris: Presses Universitaires de France, 1963

ROSS, J.L.S. & MOROZ, I.C. **Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo** . São Paulo: Laboratório de Geomorfologia Depto de Geografia FFLCH-USP/Laboratório de Cartografia Geotécnica - Geologia Aplicada - IPT/FAPESP, 1997. 63p.

SADOURNY, R; **Clima Terra**. Lisboa: BBCC, 1994.

SALA, M; FLOODS TRIGGERED BY NATURAL CONDITIONS AND BY HUMAN ACTIVITIES IN A MEDITERRANEAN COASTAL ENVIRONMENT In **Geografiska Annaler**, 85 A (3-4): 301-312, 2003.

SANTANA NETO, J.L. (org); **Os climas das cidades brasileiras**. Presidente Prudente: [s.n.], 2002

SANTOS, M.C. **Águas Revoltas: história das enchentes em Santo André**. Santo André: Semasa – PMSA, 2002. (106p.)

SANTOS, R.B. **Migração no Brasil**. São Paulo: Scipione, 1994. (70p.)

SEBASTIANES, J.A.M. HISTÓRICO DAS CAMPANHAS E LUTAS PELA DESPOLUIÇÃO DO RIO PIRACICABA. In: **Semana de debates sobre recursos hídricos e meio ambiente** (ATAS) Consórcio Intermunicipal, n. 8, 1992. (2 p.)

SETZER, J. A DISTRIBUIÇÃO NORMAL DAS CHUVAS NO ESTADO DE SÃO PAULO. In **Revista Brasileira de Geografia**, v. 8, n.1, p. 3-26, 1946.

SETZER, J. **Atlas climático e ecológico do estado de São Paulo**. São Paulo: Comissão Interestadual da Bacia do Paraná-Uruguai, 1966.

SILVA, A.B. **Sistemas de Informações Geo-referenciadas: conceitos e fundamentos**. Campinas: Unicamp, 1999.

SIMMONS, I.G. 1996. **Changing the face of the earth: culture, environment and history**. Oxford: Blackwell. 487p.

SMARTE, P; HERBERTSON, J.G. **Drainage Design** Glasgow: Blackie, 1992.

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

SMITH, K. CLIMATIC EXTREMES AS A HAZARD TO HUMANS. In **Applied climatology-principles and practices**, Russell, D, Perry, A. Routledge: London; 1997;

SUPERINTENDÊNCIA DE SEGUROS PRIVADOS **Guia de orientação e defesa do segurado**. – 2. ed. – Rio de Janeiro: SUSEP, 2006. (55 p.)

TARIFA, J.R; AZEVEDO, T.R. **Os climas na cidade de São Paulo: teoria e prática**. São Paulo: USP - Laboratório de Climatologia, 2001.

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

TUCCI, C.E.M. **Hidrologia: Ciência e aplicação**. Porto Alegre: UFRGS 2000.

VAN DE VEN, T.G.M, **Colloidal Hydrodynamics**. London: Academic, 1989.

VAN MOLLE, M. **Natural hazards**. In **Environmental management v.1 -The compartmental approach**, Nath, B, Hens, L, Comptan, P, Devuyt, D. (eds.) VUB University Press: Brussels, 1993.

VIANELLO, R.L; ALVES, A.R. **Meteorologia Básica e Aplicações**. Viçosa: UFV 1991.

VICENTE, A.K. **Eventos extremos de precipitação na Região Metropolitana de Campinas**. dissertação (mestrado) - Instituto de Geociências, UNICAMP, Campinas, 2005.

VICENTINI, T.A. **Análise dos efeitos da urbanização nas cheias urbanas: Monitoramento de bacias experimentais**. tese (doutorado) – Faculdade de Engenharia Civil, UNICAMP, Campinas, 2000.

VILELA FILHO, L.R. **Urbanização e fragilidade ambiental na bacia do Córrego Proença, Município de Campinas (SP)**. dissertação (mestrado) - Instituto de Geociências, UNICAMP, Campinas, 2006.

WHITE, G.F. **Human adjustment to floods**. Research Paper 29. Chicago: University of Chicago, Department of Geography, 1945 (226p.)

WHITE, G.F **Natural Hazards: Local, National, Global**. New York: Oxford University Press, 1974 (288p.)

WHOL, E.E. **Inland flood hazards: human, riparian and aquatic communities**. New York: Cambridge Press, 2000 (498 p.)

WISNER, B; BLAIKIE, P; CANNON, T; DAVIS, I. **At risk: Natural hazards, peoples vulnerability and disasters** (second edition). London: Routledge, 2005 (471 p.)

Websites consultados

Associação Nacional de Jornais
www.anj.org.br

Canadian Centre for Occupational Health and Safety
<http://www.ccohs.ca>

Câmara Municipal de Santa Bárbara d'Oeste
www.camarasantabarbara.sp.gov.br

Centro de Memória do município de Santa Bárbara d'Oeste
www.santabarbara.sp.gov.br/cmемoria

Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas a Agricultura
www.cpa.unicamp.br

Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos
www.cptec.inpe.br

Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental
www.cetesb.sp.gov.br

Dartmouth Flood Observatory
www.dartmouth.edu/~floods

Defesa Civil
www.defesacivil.gov.br

Departamento de Informática do SUS
www.datasus.gov.br

Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz
www.esalq.usp.br

Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica
www.fcth.br

Fundação Romi
www.fundacaoromi.org.br

Guia Negócios e Turismo de Santa Bárbara d'Oeste
www.guiasantabarbarasp.com.br

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
www.ibge.gov.br

Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
www.ibama.gov.br

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
www.inpe.br

Instituto de Pesquisas Meteorológicas
www.ipmet.unesp.br

Jornal *A Folha de Santa Bárbara*
www.afolhasb.com.br

Jornal *Diário de Santa Bárbara d'Oeste*
www.diariosbo.com.br

Jornal *TodoDia*
www.tododia.com.br

National Aeronautics and Space Administration
www.nasa.gov

National Oceanic and Atmospheric Administration's - National Weather Service
www.weather.gov

Paróquia Santa Bárbara
www.paroquiasantabarbara.org.br

Portal Nosso São Paulo
www.nossosaopaulo.com.br

Portal SB Notícias
www.sbnoticias.com.br

Prefeitura Municipal de Santa Bárbara d'Oeste
www.santabarbara.sp.gov.br

Rádio e TV Cultura de Santa Bárbara
www.culturadesantabarbara.com.br

Secretaria de Saúde e Defesa Civil do Estado do Rio de Janeiro
www.saude.rj.gov.br

Secretaria Estadual de Saúde de São Paulo
portal.saude.sp.gov.br

Sistema de Informações Energéticas

infoener.iee.usp.br

Sistema de Informações para o Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo

www.sigrh.sp.gov.br

Superintendência de Seguros Privados

www.susep.gov.br

The International Institute for Applied Systems Analysis

www.iiasa.ac.at

United States Natural Hazards Gateway

www.usgs.gov/hazards

Jornais consultados

Jornal d'Oeste – Edições publicadas entre janeiro de 1950 e dezembro de 1989

Jornal Diário de Santa Bárbara – Edições publicadas entre janeiro de 1990 e dezembro de 2003