



**NÚMERO: 150/2011**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS**

**CLAUDIA MARIA PEREIRA DA SILVA**

**VULNERABILIDADE SOCIOESPACIAL RELACIONADA A PRECIPITAÇÕES E  
VENTOS EM ATIBAIA – SP**

Dissertação apresentada ao Instituto de Geociências como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Geografia na Área de Análise Ambiental e Dinâmica Territorial.

**ORIENTADORA: PROFA. DRA. LUCÍ HIDALGO NUNES**

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À VERSÃO FINAL DA DISSERTAÇÃO  
DEFENDIDA PELA ALUNA CLAUDIA MARIA PEREIRA DA SILVA, E  
ORIENTADA PELA PROFA. DRA. LUCÍ HIDALGO NUNES

---

Campinas, 2011

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA POR  
CÁSSIA RAQUEL DA SILVA – CRB8/5752 – BIBLIOTECA “CONRADO PASCHOALE” DO  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS  
UNICAMP

Si38v Silva, Cláudia Maria Pereira da, 1977-  
Vulnerabilidade socioespacial relacionada a  
precipitação e ventos em Atibaia - SP / Cláudia Maria  
Pereira da Silva- Campinas,SP.: [s.n.], 2011.

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

1. Vulnerabilidade. 2. Precipitação (Meteorologia).  
3. Ventos. 4. Percepção espacial. I. Nunes, Luci  
Hidalgo, 1961- II. Universidade Estadual de Campinas,  
Instituto de Geociências. III.Título.

Informações para a Biblioteca Digital

**Título em ingles:** Sociospatial vulnerability related to precipitation and winds in Atibaia-SP.

**Palavras-chaves em ingles:**

Vulnerability

Precipitation (Mmeteorology)

Winds

Spatial perception

**Área de concentração:** Análise Ambiental e Dinâmica Territorial

**Titulação:** Mestre em Geografia.

**Banca examinadora:**

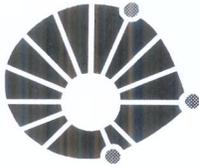
Luci Hidalgo Nunes (Presidente)

Iara Regina Nocentini André Carriel

Regina Célia de Oliveira

**Data da defesa:** 30-08-2011

Programa de Pós-graduação em Geografia



UNICAMP

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

**AUTORA:** Cláudia Maria Pereira da Silva

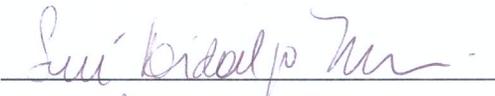
“Vulnerabilidade socioespacial relacionada a precipitações e ventos em Atibaia - SP”

**ORIENTADORA:** Profa. Dra. Lucí Hidalgo Nunes

Aprovada em: 30 / 08 / 2011

**EXAMINADORES:**

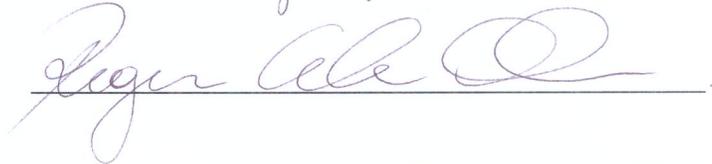
Profa. Dra. Lucí Hidalgo Nunes

 - Presidente

Profa. Dra. Iara Regina Nocentini André Carriel



Profa. Dra. Regina Célia de Oliveira



Campinas, 30 de agosto de 2011.

Dedico este trabalho  
aos meus pais Lourdes e José

## **Agradecimentos**

- ◆ À Profa. Dra. Lucí Hidalgo Nunes, pela confiança e orientação.
- ◆ Ao senhor Maurício Benevides de Almeida (*in memoriam*) ex - Coordenador Operacional do COMDECAT, por toda ajuda, ao disponibilizar os dados para a pesquisa.
- ◆ A todos os professores que tive ao longo da graduação, por proporcionar o conhecimento que tenho hoje.
- ◆ A CAPES, pela bolsa de pesquisa.
- ◆ À FAPESP, pela bolsa de pesquisa concedida no período de 2010 a 2011.
- ◆ À Eliana pelo apoio dado.
- ◆ Ao meu irmão Marcio.
- ◆ Aos membros do Laboratório de Estudos Climáticos do Instituto de Geociências (Leclig): Ricardo Araki, Daniel Henrique Candido, Marina Sória Castellano pela amizade, e em especial a Andréa Koga Vicente, pelo apoio nos momentos de dúvidas.
- ◆ Valdirene e Gorete, da secretaria de pós-graduação;
- ◆ À turma de Geografia noturno 2004.
- ◆ Aos amigos da Geografia 2003: Cristiane, Adiel e Karen.

A todos muito obrigada

## Sumário

Resumo	xi
Abstract	xii
1 Introdução	1
2 – Hipótese	5
3- Objetivo Geral	6
3.1- Objetivos Específicos do Estudo	6
3.2- Outros objetivos	6
4- Material e Método	7
5- Discussão Conceitual	11
5.1- Eventos Extremos e sua relação com a vulnerabilidade da população	11
6- Características de Atibaia	14
6.1– Localização	14
6.2- Aspectos Físicos	15
6.3- Evolução socioeconômicos	18
7- Análise das características da precipitação e do vento e Atibaia	25
7.1- Análise da distribuição espacial das precipitações	25
7.2- Distribuição temporal das precipitações	26
7.2.1- Anos mais e menos chuvosos	26
7.2.2- Distribuição decadal das chuvas	27
7.3- Análise mensal	33

7.4 -Análise diária	33
7.4.1- Frequência das chuvas intensas	36
7.5- Análise das precipitações por década	39
7.6- Estudo dos Ventos em Atibaia	48
7.6.1- Ventos fortes noticiados pela imprensa em Atibaia (1960 – 2007)	49
7.6.2- Ventos fortes dados da Defesa Civil de Atibaia (1960 – 20070)	51
8- Áreas de risco em Atibaia	54
9- Considerações finais	56
10- Bibliografia	60
11- Bibliografia consultada	63
12- Sítios especializados na internet	66
13- Anexos	67

## Lista de figuras

Figura 1: Localização do município de Atibaia no mapa do estado de São Paulo	14
Figura 2: Atibaia, municípios vizinhos e principais modais	15
Figura 3: Bacias Hidrográficas de Atibaia	17
Figura 4: Evolução urbana de Atibaia	21
Figura 5: Valores padronizados para os anos de 1960 a 2006, Estação 2346095	28
Figura 6: Valores padronizados para os anos de 1960 a 2006, posto E3-074	29
Figura 7: Número de eventos de ventos em Atibaia no período de 2000 a 2007	52
Figura 8: Total de atendimentos em Atibaia no período de 2000 a 2007	53
Figura 9: Área de risco em Atibaia	55

## Lista de tabelas

Tabela 1: Número de eventos de enchentes e total de pessoas afetadas no Brasil no período de 1960 a 2010.	2
Tabela 2: Número de eventos de tempestades acompanhadas de ventos e total de pessoas afetadas no Brasil no período de 1960 a 2010.	3
Tabela 3: Distribuição relativa dos diferentes setores na economia atibaíense.	22
Tabela 4: Ano mais chuvoso em Atibaia.	26
Tabela 5: Ano menos chuvoso em Atibaia.	27
Tabela 6: Distribuição das chuvas em porcentagens no posto E3-074 e estação da ANA no período de 1960 a 2007.	28
Tabela 7: Distribuição das chuvas década de 1960.	31
Tabela 8: Distribuição das chuvas década de 1970.	31
Tabela 9: Distribuição das chuvas década de 1980.	31
Tabela 10: Distribuição das chuvas década de 1990.	32
Tabela 11: Distribuição das chuvas período de 2000 a 2007.	32
Tabela 12: Dias com montantes de chuvas superiores a 100mm em 24h estação da ANA.	34
Tabela 13: Dias com totais pluviométricos superiores as 100mm em 24h no posto DAEE.	35
Tabela 14: Quantis para o ano de 1972 no posto E3-074 (DAEE).	38
Tabela 15: Dados de Chuvas para a década de 1960 (posto E3-074).	39
Tabela 16: Dados de Chuvas para a década de 1970 no posto E3-074.	41

Tabela 17: Dados de Chuvas para a década de 1980 no posto E3-074.	43
Tabela 18: Dados de Chuvas para a década de 1990 no posto E3-074.	44
Tabela 19: Dados de Chuvas para os anos de 2000 a 2007 no posto do IAC.	46
Tabela 20: Número de ocorrência no período de 2000 a 2007.	47
Tabela 21: Número de ocorrências de ventos fortes entre 2000 e 2007	52



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS**

**VULNERABILIDADE SOCIOESPACIAL RELACIONADA A PRECIPITAÇÕES E  
VENTOS EM ATIBAIA – SP**

**Resumo**

O acelerado processo de urbanização do século XX contribuiu para a maior ocupação de áreas de risco, principalmente por população de baixa renda. Isso trouxe aumento de suas vulnerabilidades a problemas advindos de fenômenos atmosféricos, especialmente nos centros urbanos, o que ampliou a segregação socioespacial em vários municípios brasileiros. Esse quadro se manifesta não apenas nos grandes centros urbanos, mas também nas cidades medias e pequenas. É o caso da área urbana de Atibaia-SP, que é atingida por inundações e problemas a partir do registro de ventos fortes, o que motivou este estudo, que visa correlacionar, de forma qualitativa e quantitativa, os eventos deflagradores de problemas ambientais (precipitação e ventos) e suas consequências no meio urbano (alagamentos, inundações, quedas de energia, danos estruturais etc.). Os resultados serão apresentados e discutidos em termos de suas tendências espaciais e temporais, cobrindo o período de 1960 a 2007. Espera-se subsidiar o poder público, notadamente as ações da Defesa Civil de Atibaia.

**Palavras-chave:** vulnerabilidade, precipitação, ventos, segregação socioespacial



UNIVERSITY OF CAMPINAS  
INSTITUTE OF GEOSCIENCE

**SOCIOSPACIAL VULNERABILITY RELATED TO PRECIPITATION AND WINDS IN  
ATIBAIA – SP**

**Abstract**

The accelerated process of urbanization of the twentieth century contributed to increase the occupation of risk areas, mainly by the low income population. This has increased their vulnerability to problems arising from atmospheric phenomena, especially in urban centers, which widened the sociospatial segregation in several municipalities. This framework is reflected not only in urban centers but also in medium and small cities. This is the case of the urban area of Atibaia-SP, which has been hit with floodings and strong winds, which motivated this study, that aims to correlate, both qualitatively and quantitatively events that trigger environmental problems (precipitation and wind) and their consequences in urban areas (flooding, floods, power shortages, structural damage etc.). The results will be presented and discussed in terms of their spatial and temporal trends, covering the period 1960 to 2007. It is expected to subsidize governmental actions, especially the Civil Defense of Atibaia.

**Key-words:** vulnerability, precipitation, winds, sociospatial segregation

## 1 – Introdução

O crescimento físico das cidades e a concentração de pessoas nos centros urbanos, verificados de forma muito acelerada a partir do século XX, fizeram com que uma parcela substancial da população, especialmente a de baixa renda, passasse a ocupar áreas de risco. Isso aumentou a vulnerabilidade da população urbana aos efeitos advindos de fenômenos como ventos intensos e precipitações, que causam destelhamentos, queda de árvores, interrupção de energia, e até consequências mais graves, inundações e escorregamentos de encostas.

Segundo Smith (2004), todos os anos, milhões de pessoas são afetadas por inundações.

“Every year, floods claim around 20,000 lives and adversely affect at least 20 million people worldwide, mostly through homelessness” (Smith, 2004, p. 187).<sup>1</sup>

No exemplo brasileiro, o processo de urbanização ocorreu de forma mais significativa a partir da década de 1960, causando crescimento desordenado das cidades e agravando os problemas ambientais. Tal fato engendrou uma piora na condição de vida das populações, com clara segregação socioespacial em numerosos municípios. Neles, a população menos favorecida passou a se instalar em locais com maior grau de suscetibilidade a impactos desencadeados por situações atmosféricas, aumentando a vulnerabilidade desses grupos sociais a eventos que fazem parte da dinâmica atmosférica regional e local.

---

<sup>1</sup> Tradução da autora: Todos os anos 20.000 pessoas morrem vítimas de inundações, e pelo menos 20 milhões de pessoas ficam desabrigadas.

No início do século XX, o Brasil era tipicamente rural, e a vida da população era controlada pelas mudanças sazonais de tempo atmosférico. Hoje, ainda que a população majoritariamente urbana tenha seu cotidiano marcado pelo ritmo do tempo, a percepção das populações em relação ao ambiente atmosférico é cada vez menor. O país é afetado por uma série de condições atmosféricas como oscilações hídricas (negativas ou positivas), de temperaturas (episódios de extremo calor ou frio, e geadas), problemas de umidade do ar e ventos fortes. Tais fenômenos causam impactos diversos e, dependendo de suas naturezas e magnitudes, podem acarretar desabrigados, feridos e mortos.

A Tabela 1 mostra que o Brasil no período de 1960 a 2010 teve 104 ocorrências de enchentes, que afetaram 16.358.063 pessoas (EM-DAT). Em relação a tempestades severas acompanhadas de ventos, no mesmo período, foram registrados no país 15 eventos com 201.650 pessoas afetadas segundo os dados do EM-DAT (Tabela 2). Porém como essa instituição só registra em seu banco de dados eventos em que há mais de 10 mortos e/ou mais de 100 pessoas afetadas, ou ainda que tenha declarado Estado de Emergência ou tenha havido necessidade de assistência externa, o número de ocorrências no país é maior.

Tabela 1: Número de eventos de enchentes e total de pessoas afetadas no Brasil no período de 1960 a 2010.

	Total de eventos	N ° de afetados
1960 a 1969	13	717.917
1970 a 1979	11	2.770.371
1980 a 1989	23	8.385.335
1990 a 1999	20	202.523
2000 a 2010	37	4.281.917
Total	104	16.358.063

Fonte: EM-DAT (maio de 2011).

Tabela 2: Número de eventos de tempestades acompanhadas de ventos e total de pessoas afetadas no Brasil no período de 1960 a 2010.

	Total de eventos	Nº de afetados
1960 a 1969	1	0
1970 a 1979	1	0
1980 a 1989	5	49.200
1990 a 1999	3	600
2000 a 2010	5	151.850
Total	15	201.650

Fonte: EM-DAT (maio de 2011).

Sant'Anna Neto (1995) coloca que os impactos pluviiais resultam tanto da dinâmica natural das precipitações como da ação do homem, uma vez que o uso e ocupação desordenados dos centros urbanos causam aumento da degradação ambiental.

Presentemente não só os grandes centros urbanos vêm sofrendo com o processo de urbanização desordenado: as cidades médias e pequenas também passam por essa transformação. A urbanização altera consideravelmente o ambiente natural, causando transtornos que afetam principalmente a população mais carente; entre eles, o aumento da temperatura e das precipitações, ligados à verticalização, espraiamento, pavimentação e falta de áreas verdes, além de distúrbios ocasionados por ventos fortes.

Episódios de precipitação e ventos têm criado diversos problemas em municípios paulistas, como escorregamentos de encostas, inundações, danos em habitações, desabastecimento de água e cortes esporádicos de energia. Com isso, há muitos prejuízos e, não raro, feridos e mortos.

Em face dos problemas deflagrados por eventos naturais, visando minimizar os impactos desses eventos, muitas cidades brasileiras estão estruturando suas Defesas Civas: é o caso da cidade de Atibaia.

Por sua importância estratégica, o que confere notável dinamismo socioeconômico, e associado as suas condições fisiográficas, de Atibaia tem recebido atenção de algumas pesquisas acadêmicas: Silva (2000) avaliou as unidades ambientais para Atibaia, produzindo mapeamento de áreas de risco à contaminação. Esse trabalho se constitui em um documento de referência para a prefeitura local. Monteiro da Costa (2005) estudou processos de coluviamento no município associado às ocorrências neotectônicas. Castellano, Silva e Nunes (2009) observaram semelhanças e diferenças entre impactos promovidos pela precipitação entre 2000 e 2005 em Campinas e Atibaia, tendo sido notado que o grau de desestruturação do segundo município é maior. Analisando padrões temporo-espaciais das inundações em Atibaia para o período de 2000 a 2007, a proponente deste projeto observou que esse fenômeno é cada vez mais frequente, trazendo constante sofrimento à população, dados os problemas relacionados às precipitações, principalmente com alagamentos e inundações, o que se associa ao processo de urbanização desorganizado, com áreas de várzea dos córregos e rios que cortam a cidade, loteadas e ocupadas (SILVA, 2008). Esse estudo apontou várias questões que merecem ser mais bem estudadas, considerando um padrão temporal mais abrangente de maneira a observar a relação entre a precipitação diária e os eventos de inundação bem como a importância do vento na desarticulação do cotidiano urbano atibaiense. Esse é o foco da presente investigação, que se coloca na categoria de pesquisas acadêmica com forte componente aplicada, consolidado pelos contatos com a Defesa Civil de Atibaia, estabelecidos desde o final de 2007. Assim, os resultados do estudo serão importantes no aprimoramento dos planos emergenciais, visto que muitas ocorrências catastróficas se relacionam diretamente com situações atmosféricas, notadamente precipitação e ventos.

## **2 - Hipótese**

Tendo em vista a rápida e agressiva urbanização de Atibaia, que pode ser ainda mais dinamizada dada a sua posição estratégica, próxima a centros importantes como São Paulo, Campinas e São José dos Campos e cortada por rodovias, o número e magnitude dos episódios catastróficos deflagrados por chuvas e ventos é desproporcionalmente maior em relação à magnitude do evento físico deflagrador. Além disso, o maior número de ocorrências de risco se deve a problemas de falta de planejamento e infraestrutura inadequados para o escoamento das águas pluviais.

### **3 – Objetivo Geral**

É meta maior desta investigação, correlacionar a magnitude física dos eventos de precipitação e ventos e seus impactos no meio urbano atibaense no período de 1960 a 2007, estabelecendo tipologia de impactos e suas recorrências no tempo e no espaço.

#### **3.1 - Objetivos Específicos do estudo**

- ◆ avaliar o padrão das precipitações e ventos em Atibaia no período de 1960 a 2007 nos níveis anual, mensal e diário, observando suas características quanto à distribuição espaço-temporal;
- ◆ observar as magnitudes e evoluções dos problemas engendrados por ventos e o atendimento da defesa civil municipal ou outros órgãos relativos e o padrão socioespacial dos eventos que causaram danos no setor urbano de Atibaia;
- ◆ cartografar os locais mais comumente afetados por distúrbios causados por ventos e precipitações;
- ◆ correlacionar os eventuais padrões temporo-espaciais de ocorrência de problemas ambientais deflagrados no município com a evolução da população no território.

#### **3.2 - Outros objetivos**

- ◆ divulgar os resultados para a comunidade científica por meio de artigos em revistas arbitradas e/ou eventos científicos;
- ◆ estreitar a relação entre academia e poder público, com o objetivo de subsidiá-lo na gestão do território.

#### **4 - Material e Método**

Foi feito levantamento de bibliografia em fontes diversas, como livros, artigos, dissertações e sítios especializados da internet, visando obter informações a respeito de registros de eventos extremos de precipitação e ventos fortes, bem como do histórico de desenvolvimento da cidade. Essa etapa foi importante para observarmos a evolução espacial e temporal do município e de problemas desencadeados por situações atmosféricas. Estudos realizados para outros locais como os empreendidos por Barbosa (2008), com propósitos similares, também têm sido alvo desse levantamento, assim como trabalhos que reportem o uso de técnicas geoestatísticas a serem usadas na pesquisa.

Os dados de precipitação em Atibaia foram levantados junto ao DAEE (Departamento de Água e Energia Elétrica) e ao IAC (Instituto Agrônomo de Campinas), que mantêm postos pluviométricos no município e proximidades, além da ANA (Agência Nacional de Águas).

Os episódios de danos no município no período 1960-2007 foram obtidos por meio de consulta local no Jornal O Atibaense, armazenados no Museu Municipal de Atibaia “João Conti”, no período de maio a agosto de 2010. Também foram obtidas algumas informações do periódico Folha de São Paulo por meio de consulta a microfilmes existentes na Biblioteca do Instituto de Filosofia e Ciências Humanas-UNICAMP, cobrindo o ano de 1975, único disponível. Esse levantamento ocorreu em abril de 2010. Usou-se, ainda, informações fornecidas pela Defesa Civil municipal, cedidas em maio de 2008 e registro do banco de dados de eventos calamitosos no estado de São Paulo (nesse caso, apenas para Atibaia) em elaboração pelo IPMet (Instituto de Pesquisas Meteorológicas, UNESP) que cobre o período de 2000 a 2005, cedidos por essa instituição.

Foi feita uma visita de campo individual em maio de 2010 em torno da área central, tendo sido observados os danos causados pelas fortes chuvas do verão 2009-2010 e que ainda

perduravam, mesmo já tendo passado alguns meses.

Para o estudo dos ventos foi utilizada a escala modificada de Beaufort, que mede a intensidade e velocidade desse elemento, em confronto com os efeitos reportados. Nela, a velocidade do vento tem por base a seguinte fórmula empírica:

$$v = 0.836 B^{3/2} \text{ m/s}$$

onde:  $v$  equivale à velocidade do vento 10 metros acima do nível do mar e  $B$  é índice da escala Beaufort.

As informações de ventos provêm de dados da estação mantida pela ESALQ (Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiros, USP, Piracicaba) tendo em vista a falta de informações do próprio município de Atibaia. Contudo, pelo número crescente de desarticulações a partir de episódios de ventos fortes optou-se por analisar também esse elemento. A escolha recaiu nessa estação pela proximidade geográfica e maior consistência dessa estação em relação aos eventos efetivamente reportados maior do que a do IAC (Instituto Agrônomo de Campinas), inicialmente também consultada.

Para avaliar a magnitude da precipitação, foi utilizado o parâmetro estabelecido por Silva, 2008. Em seu estudo, a autora inicialmente utilizou como critério para eventos de precipitação extrema o valor atribuído por Vicente (2005): 50,0mm para a Região Metropolitana da Campinas (RMC), estabelecido de forma empírica a partir de análise de quatro décadas. Esse parâmetro foi usado de forma satisfatória em estudo sobre inundações para Santa Bárbara D'Oeste - município que integra a RMC - por Candido (2007). Todavia, Silva (2008) notou que essa altura de precipitação diária é muito elevada para Atibaia, cujos montantes são inferiores aos municípios da RMC, mesmo não estando geograficamente muito distante, fato que evidencia a importância dos fatores locais. Dessa maneira, e também de forma empírica, foi definido no estudo de 2008 como montante excepcional para Atibaia, o valor de 30,0mm/dia. Tratando-se de dados de pluviômetro, não foi possível avaliar a distribuição desses totais ao

longo das 24 horas. Considerando que no estudo atual houve ampliação do período em relação ao anterior (ou seja, de 2000-2007 para 1960-2007) foram usados como postos de controle algumas séries de precipitação de postos já extintos, importantes para definir com o uso de critério estatístico (quantis), a partir de que volume de precipitação é tido como um episódio diário extremo.

No nível anual, que teve por propósito destacar anos mais chuvosos (ou seja, com potencial de causar desestruturações diversas no meio urbano) foi usada a padronização dos dados. Essa técnica tem a seu favor a simplicidade e facilidade de aplicação, ainda que os elementos físicos ambientais, como a precipitação em meio tropical subúmido, não se comportem, necessariamente, de forma teórica. Ela foi aplicada por Nunes (1990), Vicente (2005) e Temberth (2010) entre outros, para destacar anomalias positivas. O centro britânico Climate Research Unit, da Universidade de East Anglia, utiliza essa técnica para avaliar a tendência global da temperatura mundial a partir de 1850 até a atualidade, comparando com o período normal de 1960-1990 (<http://www.cru.uea.ac.uk/cru/info/warming/>). De acordo com a distribuição normal padrão em uma circunstância teórica, 68% dos elementos de uma série histórica estariam entre  $1s$  e  $-1s$  (sendo  $s$  o desvio padrão). Essa distribuição permite, também, distinguir situações anômalas em diferentes magnitudes.

Para definir ocorrências excepcionais diárias de chuva a técnica dos quantis foi empregada. No Brasil, ela foi utilizada com o propósito de definir extremos de precipitação por alguns autores, como Xavier (2001), Xavier e colaboradores (2007), Lieberman et al (2001), Nunes (2008) e Barbosa (2008).

Quantis são índices que dividem uma dada distribuição (no caso deste estudo, de precipitação) de maneira que os valores acima e abaixo do valor estabelecido por um dado quantil perfazem 100%. Trata-se de uma distribuição de frequência conceitualmente simples, mas que permite interpretar em termos probabilísticos as frequências associadas (XAVIER et al, 2007). Como neste estudo o propósito foi destacar eventos extremos, as classes probabilísticas

foram: 0,850, 0,900 e 0,950, que definem percentuais de  $p=85,0\%$ ,  $p=90,0\%$ ,  $p=95,0\%$  respectivamente, indicando magnitudes crescentes de eventos diários excepcionais. Exemplificando: no caso de  $p=85,0\%$ , 85% dos eventos da série são montantes inferiores ao valor definido para 0,85 e 15%, superiores. Para o cálculo dos quantis, a mediana ao invés da média é utilizada.

A avaliação dos danos causados por ventos foi feita por meio de descrição dos tipos de danos causados, com base na descrição da escala Beaufort.

Um banco de dados contendo informações de precipitação, de vento, bem como de danos associados a esses fenômenos, foi elaborada com uso da Planilha Excel. Nele consta: número de ordem do evento, data da ocorrência (dia, mês, ano), característica física do episódio, descrição dos danos (como físicos, ao patrimônio, e à população - nesse último caso, por exemplo, número de desabrigados, desalojados e óbitos). Esse banco será futuramente disponibilizado para a Defesa Civil Atibaiense.

Para a cartografia dos padrões de eventos que causam distúrbios em Atibaia será usado o software ArcGis, versão 9.3.1.

## **5- Discussão conceitual**

### **5.1- Eventos extremos e sua relação com a vulnerabilidade da população**

Eventos extremos são aqueles que num certo período (anual, sazonal ou diário), apresentam desvios superiores ou inferiores ao habitual. Geralmente eles são classificados de acordo com causa ou força natural que os originam: hidrometeorológica (secas, inundações, furacões, ciclones, tornados, tempestades e geadas) e geológicos (terremotos, tsunamis, erupções vulcânicas, avalanches e desmoronamentos).

Os eventos extremos que com maior frequência afetam a sociedade estão relacionados a fenômenos atmosféricos, que não são novidade para a humanidade. Todavia, o crescimento dos aglomerados urbanos tem contribuído para ampliar as consequências negativas dos episódios extremos. Dessa forma, os problemas ambientais estão relacionados com o crescimento dos espaços urbanos, pois há alteração significativa do equilíbrio natural entre atmosfera e a superfície terrestre, fazendo com que os centros urbanos fiquem cada vez mais suscetíveis a eventos naturais extremos.

Um evento natural só é considerado desastre quando afeta de alguma maneira a população, conforme sublinha Tobin et al (1997). Em muitos casos, o desastre natural está relacionado à atividade humana, tais como construções em áreas de risco, que intensificam os problemas deflagrados pelas chuvas intensas.

Mesmo com todo o avanço da ciência e da tecnologia, que possibilitou ao ser humano um conhecimento parcial dos processos naturais (sem que isso signifique controle), ainda assim, ele se vê vulnerável diante de eventos naturais extremos de origem hidrometeorológica e geológica, que acarretam imensos prejuízos, afetando direta ou indiretamente a sociedade. Para Gonçalves (2003), as pessoas tendem a se adaptar aos eventos extremos que ocorrem

com mais frequência, considerando-os normais.

Apesar de se adaptar às condições climáticas locais, a população, em sua maioria, é vulnerável aos problemas desencadeados por eventos extremos. O conhecimento da dinâmica climática local, assim como a previsão da ocorrência de eventos naturais extremos, aliados ao planejamento urbano, contribuiria para a diminuição da vulnerabilidade da população.

De acordo com o IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2007), os países com baixo nível tecnológicos são os que apresentam maior vulnerabilidade da sua população frente a eventos de ordem climática. Para Hogan et al (2000), a vulnerabilidade relaciona-se, sobretudo, aos problemas econômicos e sociais advindos dos episódios extremos.

Hogan e Marandola (2006), entendem que a vulnerabilidade é um processo que envolve tanto a dinâmica social quanto as questões ambientais vivenciadas pela população de uma determinada localidade e está relacionada ao maior ou menor grau de risco que a população enfrenta face aos problemas tanto de ordem social e econômica, quanto aos deflagrados por condicionantes atmosféricos e geológicos.

Entendendo a vulnerabilidade como um processo que envolve tanto condicionantes sociais como as condições ambientais, vê-se que as diversas classes sociais estão sujeitas em maior ou menor grau a problemas que afetam seu cotidiano. Porém, o crescimento desordenado das cidades, faz com que a população de baixa renda ocupe áreas de risco. Essa segregação socioespacial acarreta não só no aumento dos riscos (doenças, mortes, perdas econômicas), mas em problemas ambientais, já que a ocupação de áreas como as encostas e várzeas de rios causam dano ao meio ambiente, como desmatamento e poluição, o que acarreta no aumento da vulnerabilidade da população (VICENTE, 2005).

È senso comum que os fatores sociais, econômicos e ambientais as quais a população em sua maioria está sujeita, são elementos que estão suscetíveis aos impactos deflagrados por eventos considerados perigoso, entre eles os eventos climáticos.

Dentre os problemas deflagrados por eventos naturais, estão as inundações, que têm estreita relação com as questões da vulnerabilidade da população: como já citado, todos os anos milhões de pessoas são afetadas pelas inundações (SMITH, 2004). No caso do Brasil, no período de 1960 a 2010 foram registradas 104 ocorrências de enchentes, com 16.358.063 pessoas afetadas dados do EM-DAT (2010), conforme pode ser conferido nas Tabelas 1 e 2.

A ação política é de suma importância para a diminuição da vulnerabilidade da sociedade, pois a partir dela é que decidem sobre a utilização dos recursos disponíveis, o planejamento urbano e a ocupação dos espaços físicos, principalmente, das áreas urbanas. Porém, essas decisões sempre se basearem mais nas questões econômicas em detrimento das sociais, uma vez que a ocupação de áreas de riscos e o crescimento desordenado das áreas urbanas acarretam no aumento da vulnerabilidade da população.

No município de Atibaia, alvo desse estudo, o processo de urbanização se deu em alguns setores de forma desordenada, apesar de seu forte apelo turístico. Segundo Silva (2008), a população atibaense apresenta alta vulnerabilidade a problemas deflagrados por condicionantes atmosféricos. Ao analisar os dados sobre a ocorrência e os problemas gerados por eventos intensos e precipitações, fica evidente essa vulnerabilidade, principalmente da população de baixa renda. Porém, em Atibaia, independente do extrato social, os bairros apresentam algum grau de suscetibilidade a ventos intensos e chuvas intensas, o que demonstra que toda a população está sujeita em algum grau a problemas deflagrados por condicionantes atmosféricos.

## 6 - Características de Atibaia

### 6.1 - Localização

Ocupando uma área de 478 km<sup>2</sup> (SEADE), Atibaia está localizada próxima a grandes centros urbanos do estado de São Paulo, distante 67 km da capital e próxima a duas importantes rodovias: a BR – 381, Fernão Dias, que liga Atibaia ao sul de Minas Gerais e à capital, e a SP – 65, Rodovia Dom Pedro I, que conecta a cidade a Campinas e ao Vale do Paraíba. O município se limita ao norte com Bragança Paulista, a leste com os municípios de Piracaia e Nazaré Paulista, ao sul, com Franco da Rocha e Mairiporã, e a oeste com o município de Jarinu.

A Figura 1 destaca Atibaia no estado de São Paulo, e a Figura 2, Atibaia e municípios vizinhos e principais modais.



Figura 1: Localização do município de Atibaia no mapa do estado de São Paulo. Fonte: IGC (Instituto Geográfico e Cartográfico).



Figura 2: Atibaia, municípios vizinhos e principais modais (Instituto Geográfico e Cartográfico, acessado em 2011).

## 6.2 - Aspectos físicos

Em estudos que relacionam os condicionantes físicos com suas repercussões no espaço urbano, é relevante considerar as características do meio físico, pois a fragilidade do meio se relaciona ao grau de severidade das consequências para a população.

O município de Atibaia está inserido na zona cristalina ao norte da província geomorfológica do Planalto Atlântico<sup>2</sup>, no domínio morfoclimático e fitogeográfico denominado de “Mares de Morros”. As serras de Atibaia fazem parte dos primeiros contrafortes da Serra da Mantiqueira e se localizam nas porções leste e sul, e suas altitudes variam entre 800 a 1.000m.

A configuração de rios e tributários está diretamente relacionada às inundações do município. A figura 3 apresenta as bacias hidrográficas locais. Atibaia é drenada pela bacia do Rio Atibaia, sendo que o rio de mesmo nome nasce da confluência dos rios Cachoeira e Atibainha e

<sup>2</sup> A província geomorfológica do Planalto Atlântico compreende uma região de terras altas constituída predominantemente de rochas cristalinas.

é um dos formadores do Rio Piracicaba. Dado o relevo da região, o curso desse rio segue dois eixos: Leste-Oeste e Sudeste-Noroeste.

A bacia do Rio Atibaia é importante não só por abastecer a área de estudo, mas também os municípios da Região Metropolitana de Campinas.

Outro fato importante sobre o Rio Atibaia é que através das barragens dos rios Cachoeira e Atibainha são transferidos  $31\text{m}^3/\text{s}$  de água para o sistema Cantareira, atendendo 10,5 milhões de habitantes da Região Metropolitana de São Paulo.

Na parte Sudoeste de Atibaia, um trecho é drenado por outra importante bacia: do Rio Jundiaí.

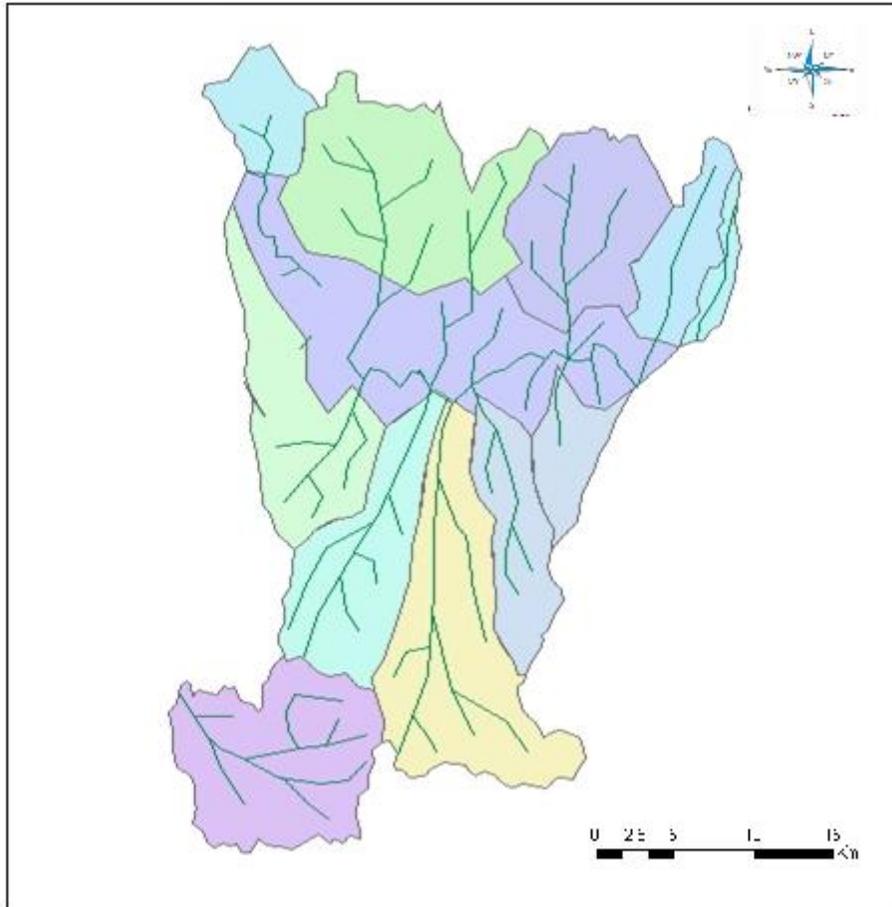


Figura 3: Bacias Hidrográficas de Atibaia.

Fonte: Plano Diretor de Atibaia, 2006.

**Legenda**

- Córrego Mato Dentro
- Córrego das Pedras
- Córrego das Pedras
- Córrego Anhumas/Pedro Abel
- Córrego Laranja Azeda
- Córregos Taboão/Onofre/Porcos
- Córrego Folha larga
- Córrego Campo Largo
- Área de drenagem do Rio Atibaia
- Rio Jundiaizinho

Em termos climáticos, o município está em área de transição entre a região de domínio das massas tropicais e polares e das massas equatoriais e tropicais, e estando próxima da Serra da Mantiqueira, apresenta clima úmido exposto às massas tropicais, com influência do relevo e das correntes atmosférica nas precipitações (MONTEIRO, 1976), com medias anuais de 1.350 mm, mais concentradas no verão.

Atibaia sofre influência dos seguintes sistemas meteorológicos (MONTEIRO, 1976):

- Frente polar: sua atuação é mais vigorosa durante o inverno, sendo responsável pelo maior número de precipitações, inclusive no verão;
- Linhas de instabilidade: ocorrem principalmente quando há o encontro do ar úmido do oceano com o ar seco, sempre antecedendo a chegada de uma frente polar;
- Sistema de Alta Pressão do Atlântico Sul;
- Sistema de Baixa Pressão;
- Sistema de mesoescala e escala regional: são formados devido à ação das forças orográficas que atuam no local, podem provocar tempestades severas.

Acrescenta-se, ainda, que assim como o restante do estado de São Paulo, Atibaia experimenta períodos de chuva contínua devido à formação de ZCAS – Zona de Convergência do Atlântico Sul, que interconecta umidade do Atlântico e da Amazônia.

Portanto, vários processos atmosféricos atuam na região na promoção de precipitação, fato esse que será discutido adiante.

### **6.3 - Evolução socioeconômica**

Fundada em 1665, Atibaia teve seu núcleo urbano implantando de forma espontânea, assim como ocorreu com a maioria das cidades fundadas nesse período. Como ficava no caminho das bandeiras para Minas Gerais, Atibaia apresentou rápido progresso.

No século XVIII, Atibaia apresenta maior desenvolvimento na agricultura, sendo grande

produtora de trigo, além de cultivar feijão, algodão e milho, entre outros produtos agrícolas. Foi por muito tempo o principal mercado abastecedor das cidades de São Paulo e Santos.

Com a implantação no século XIX da cultura do café, a região de Atibaia passou por processo de renovação do seu núcleo urbano, com surgimento dos serviços públicos de água, esgoto e luz elétrica, além do alargamento das principais ruas, construção da Santa Casa de Misericórdia, do Mercado Municipal e do primeiro grupo escolar.

Até o início do século XX a sociedade de Atibaia era principalmente composta por fazendeiros de café e de gado, e por imigrantes. Os primeiros compunham a classe dominante e comandavam política e economicamente a cidade. Já os imigrantes compunham a mão-de-obra na lavoura.

O processo de evolução urbana de Atibaia está ligado à chegada dos imigrantes, principalmente dos italianos, espanhóis, sírio-libaneses e japoneses.

Os imigrantes italianos chegaram a Atibaia entre 1880 e 1890 para substituir a mão-de-obra escrava. Com a crise de 1929 e a quebra de muitos fazendeiros de café, muitos desses imigrantes compraram terra e diversificaram a produção, sendo os principais produtos cultivados então: batata, uva, horticultura, frutas e gado. Os que não se dedicaram ao cultivo da terra dirigiram-se à cidade, participando do comércio e criando pequenas indústrias.

Os espanhóis, assim como os italianos, vieram trabalhar na cultura do café e depois de algum tempo conseguiram comprar terras. Assim como a maioria dos fazendeiros de café, também tiveram prejuízos com a crise de 1929.

Os sírio-libaneses instalaram-se em Atibaia entre os anos de 1915 e 1920, mas o que diferencia esses imigrantes dos italianos e espanhóis é que eles se dedicaram ao comércio, principalmente de tecidos e armarinhos.

Os primeiros japoneses chegaram a Atibaia no ano de 1928 e o contingente mais numeroso, em 1944. Atualmente a colônia japonesa em Atibaia conta com 800 famílias, dedicando-se à agricultura, principalmente floricultura, fruticultura, horticultura e avicultura.

Estudando os primórdios da cidade de Atibaia, Conti (2001) coloca que a zona de ocupação mais antiga corresponde às áreas próximas ao rio Atibaia, sendo que atualmente ela se estende para os setores colinosos. No entanto, é importante assinalar que o marco histórico da fundação da cidade - a igreja de São João Batista – está na parte alta da cidade, padrão de origem de diversos municípios paulistas.

Até o início do século XX Atibaia enfrentou um grande período de estagnação urbana, sendo até então o seu núcleo urbano composto pelo Largo da Matriz, Largo Alegre, Igreja do Rosário e algumas ruas.

O primeiro eixo de expansão de Atibaia foi o Largo da Matriz, que se estendia ao longo do que é hoje a Rodovia Fernão Dias. Outros dois importantes eixos de expansão se deram ao longo da Estrada de Ferro Bragantina, inaugurada em 1885, e do ramal ferroviário de Piracaia. Esses eixos de expansão urbana se consolidam até o final da década de 1940, com a implantação de loteamentos para uso residencial ao redor dos centros históricos.

Atualmente, Atibaia apresenta um processo desordenado de implantação de loteamentos, iniciado na década de 1950.

A principal preocupação em Atibaia é o controle e a administração das áreas restantes que podem ser usada para novos loteamentos, pois há uma oferta excessiva de áreas, mas sem a ocupação de lotes.

A seguir a Figura 4 mostrando a evolução urbana de Atibaia.

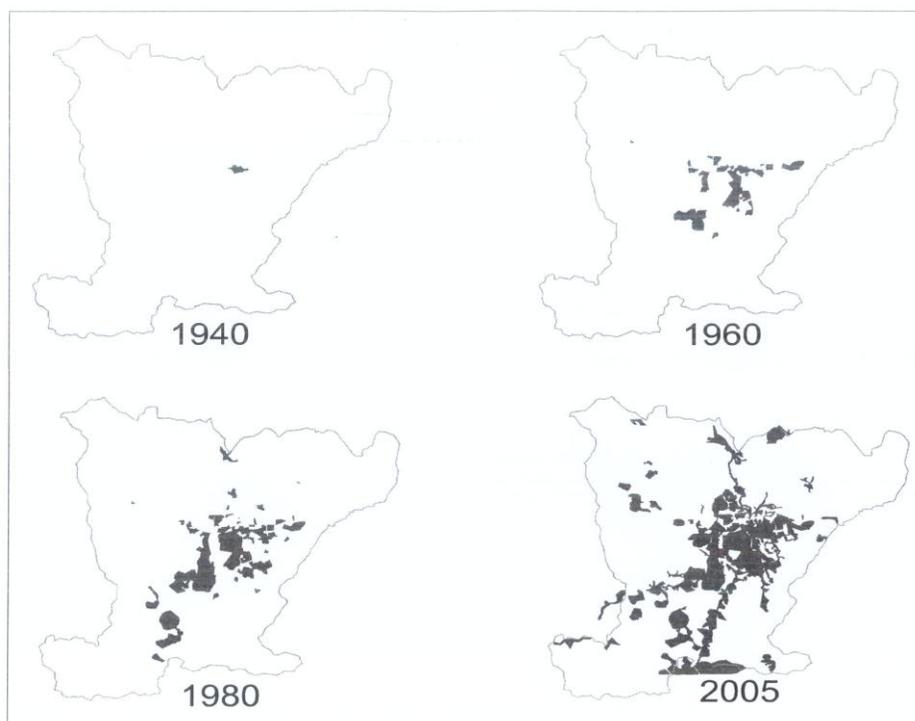


Figura 4: Evolução urbana de Atibaia. Fonte: Plano Diretor de Atibaia, 2006

O processo de urbanização em Atibaia se intensificou a partir da década de 1970. Sua taxa de urbanização cresceu 83,80% entre 1970 e 1980, 89,04% entre 1991 e 2000 e em 2010 é de 91,04% (SEADE, Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados, 2011).

Nos últimos anos, Atibaia vem apresentando considerável crescimento populacional. Dados da Prefeitura (2010) e IBGE (2011) atestam que a população do município passou de 114.031 em 2001 para 126.614 em 2010; desses, 8,96% (11.348) residem na área rural. A maior parte da população de Atibaia é composta por jovens: 41,24% estão entre zero e 24 anos.

A taxa de natalidade entre 2000 e 2009 apresentou queda passando de 19,10 hab/mil em 2000 para 15,21 em 2009 (SEADE). A taxa de mortalidade apresentou ligeiro aumento passando de 7,07 hab/mil a 7,12 hab/mil em igual período. A taxa de mortalidade infantil apresentou queda.

De acordo com o censo de 2000 do IBGE, a media salarial da população atibaense é de R\$1.010,00 e 20,7% das mulheres são chefes de famílias.

Em relação a economia, as principais atividades econômicas de Atibaia são: agropecuária (411 estabelecimentos), indústria (394 estabelecimentos), comércio (1.329 estabelecimentos) e prestação de serviços (1034 estabelecimentos). Dentre essas atividades, a que mais gera empregos é a prestação de serviços, com 12.011 empregados, seguido pelas indústrias, que ocupam 8.950 pessoas.

A Tabela 3 apresenta a distribuição relativa dos diferentes setores na economia atibaiense.

Tabela 3: Distribuição relativa dos diferentes setores na economia atibaiense.

Setores da Economia	PIB
Agropecuária	R\$ 50.351.000,00
Indústria	R\$ 631.077.000,00
Serviços	R\$ 1.227.182.000,00

Fonte: SEADE. Elaborada pela autora.

Outra atividade econômica de destaque em Atibaia é o turismo, que ganhou impulso a partir de 1960, quando a cidade passou a ser o destino da população residente em outras regiões do estado, principalmente da RMSP (Região Metropolitana de São Paulo). Muitas adquirem imóveis (segunda moradia) para passarem o fim de semana e as férias. Nesse período, a cidade começa a investir em atividades de lazer.

A atividade turística gera empreendimentos e empregos, e com isso o poder público vem investindo em melhorias na infraestrutura, visando melhorar o fluxo turístico e aumentar assim a receita do município.

Os principais pontos turísticos de Atibaia são:

- Pedra Grande: localizada da Serra do Itapetinga, estando a 1.450mm acima do nível do mar. O local é utilizado para prática de vôo livre, sendo também palco de vários campeonatos;
- Parque das Águas: dispõem de área de descanso, com bosque, viveiros de plantas, fonte, lago, lanchonete e *playground*. Nesse local situa-se o Centro de Convivência da Terceira Idade;
- Lago do Major: um dos pontos turístico mais procurado de Atibaia, com belas paisagens, pista de *cooper* e quadra de areia;
- Parque Edmundo Zaroni: com área de 38.700m<sup>2</sup>, encontra-se, nesse local, Museu de História Natural, pavilhão de exposições, bosque, lago, lanchonete e *playground*. É ainda palco da tradicional Festa das Flores e Morango;
- Museu Municipal João Batista Conti: construído em 1836, abriga o acervo histórico do município;
- Museu Ferroviário Dinâmico: autêntica estrada de ferro do século XIX, o museu oferece informação do passado das locomotivas.

Aliados aos atrativos diversos, ocorrem em Atibaia eventos festivos que contribuem para atrair turistas. Uma das maiores festas culturais do interior paulista se realiza em Atibaia: a festa das flores e morango, que atrai turistas de todo o Brasil. Acontecem também na cidade as festas da uva, do pêssego, a cavalhada, Bon Odori e a tradicional Congada.

Atibaia conta com boa rede de hotéis (Hotel Atibaia Residence, Hotel Park Atibaia, Hotel Village Eldorado, Hotel Itapetinga Plaza Hotel, Hotel Bartholo Plaza, Hotel Estância Atibaianha, Hotel Garden Hill Residence e Hotel Magia de Luz), de pousadas (Pousada Hortênsias Atibaia, Pousada Fazenda Vale Encantado, Estância Alpina, Hotel Eco Pousada Pedra Grande, Pousada Tocotel e Pousada Toca das Maritacas), de *resorts* (Hotel Royal Palm Plaza e Bourbon

Atibaia Resort Spa & Convention), hotéis fazendas (Hotel Fazenda Hípica Atibaia, Hotel Fazenda Recanto da Paz e Hotel Fazenda Villa Galícia) e camping (Camping & Chales Atibaia).

Além de toda infraestrutura voltada para turismo de lazer, o município vem se especializando no turismo de negócios, devido a sua proximidade com os grandes centros do estado e fácil acesso, pois está próximo das rodovias BR – 381, Fernão Dias, que liga Atibaia ao Sul de Minas Gerais e a capital, e a SP – 65, Rodovia Dom Pedro I, que liga a cidade a Campinas e o Vale do Paraíba.

Com isso, nota-se que há previsão de aumento do turismo, inclusive mais diversificado do que o atual, o que demanda ações para que os problemas vivenciados pelo município deflagrados por situações atmosféricas extremas recebam maior atenção e medidas com vistas ao seu combate eficaz. Ainda, observa-se que o município apresenta uma economia até certo ponto diversificada, podendo com isso atrair mais população. Conjugado com o não planejamento que vem marcando a expansão atibaiense, tal fato pode impactar mais o município.

## **7 - Análise das características da precipitação e do vento**

A série de dados de precipitações engloba o período de 1960 a 2007 totalizando 48 anos, estando de acordo com a Organização Meteorológica Mundial (OMM), que indica ser necessário no mínimo 30 anos de dados, para que se tenha confiabilidade na caracterização climática da área, evitando que com período menor de dados haja uma distorção das informações e peso excessivo de episódios extremos.

### **7.1 - Análise da distribuição espacial das precipitações**

Foram definidas a altura total da precipitação, a media, a padronização e o desvio padrão para os seguintes postos pluviométricos: estação 2346095 (ANA), o posto do IAC (este com dados de precipitação a partir de dezembro de 2000) e o posto E3-074 (DAEE), além dos postos já extintos do DAEE (E3-075, E3-230 e E3-274), usados como controle.

A media da precipitação nos postos E3-074 e estação 2346095 em Atibaia indica que no período de 1960 a 2007 não houve grande diferença na distribuição espacial da chuva.

No posto E3-074 a media da precipitação no período foi de 1509,4mm e na estação da ANA a media foi de 1413,1mm. Essa diferença dos dois postos deve-se ao fato de ambos estarem localizados muito próximo um do outro, sendo o posto do DAEE localizado a 23°09' S e 46°33' O e da estação ANA a 23°06' S e 46°33'O.

## 7.2 - Distribuição temporal das precipitações

### 7.2.1 – Anos mais e menos chuvosos

Por meio da padronização foi possível analisar a distribuição temporal da precipitação em Atibaia, estabelecendo anos mais e menos chuvosos no período.

Para o posto E3-074 e estação 2346095 o ano mais chuvoso foi o de 1983, que registrou valores bem superiores aos demais. Os postos E3-274 e E3-230 usados como controle, também apresentaram nesse ano valores expressivos de precipitação (Tabela 4).

Tabela 4: Ano mais chuvoso nos diferentes posto pluviométricos em Atibaia.

Posto	Ano mais chuvoso	Media do posto	Total de chuva no ano (mm)	% acima da media
E3-074	1983	1509,4	2358,9	56,3
Estação 2346095	1983	1427,0	2364,5	65,7
E3-274	1983	1470,3	2337,4	59,0
E3-230	1983	1520,4	2252,3	48,1

Fonte: DAEE e ANA. Elaborado pela autora

Este ano foi marcado por um dos mais fortes El Niño do século XX. Vários autores como Galvani (1995); Nunes (1997); Silveira (2000), e Malvestio e Nery (2007) observaram aumento da precipitação em várias localidades nesse ano.

O ano mais seco no posto E3-074, na Estação 2346095 e no posto E3-075 foi o ano de 1963, conforme consta na Tabela 5.

Tabela 5: Ano menos chuvoso em Atibaia.

Posto	Ano mais seco	Media do posto	Total de chuva no ano (mm)	% abaixo da media
Estação 2346095	1963	1527,0	810,4	46,9
E3-074	1963	1509,4	911,2	39,6
E3-075	1963	1342,9	748,0	44,3

Fonte: DAEE e ANA. Elaborado pela autora

Segundo Monteiro, Markus e Markhan (1963), esse ano foi muito seco no estado de São Paulo, em virtude da fraca atuação da Massa Polar. Nele também houve a ocorrência de uma fraca La Niña. Nunes e Lombardo (2000) igualmente observaram que esse ano foi bastante seco em vários setores do estado de São Paulo, especialmente nas estações de transição (outono e primavera), tendo atribuído as baixas precipitações a um fenômeno quente no Atlântico tropical.

### 7.2.2 - Distribuição decadal das chuvas

Utilizando a padronização, foi possível analisar a variação dos totais pluviométricos ao longo das décadas de 1960, 1970, 1980, 1990 e 2000.

A Tabela 6 mostra a distribuição das chuvas em porcentagens no posto E3-074 e na Estação da ANA no período de 1960 a 2007. Por ela observamos que em ambos os postos, mais de 70% dos anos estão na faixa padrão de precipitação. Quanto à anomalia positiva na estação da ANA, foram 14,8% dos casos.

Tabela 6: Distribuição das chuvas em porcentagens no posto E3-074 e estação da ANA no período de 1960 a 2007.

	Posto E3-074	Estação 2346095
3,1 a 4,0	-	2,1%
2,1 a 3,0	2,2%	2,1%
1,1 a 2,0	11,4%	10,6%
-1,0 a 1,0	70,4%	74,5%
-2,0 a -1,1	16,0%	8,6%
-3,0 a -2,1	-	2,0%

Fonte: DAEE e ANA. Elaborado pela autora

As Figuras 5 e 6 mostram os valores padronizados para o posto E3-074 e Estação 2346095.

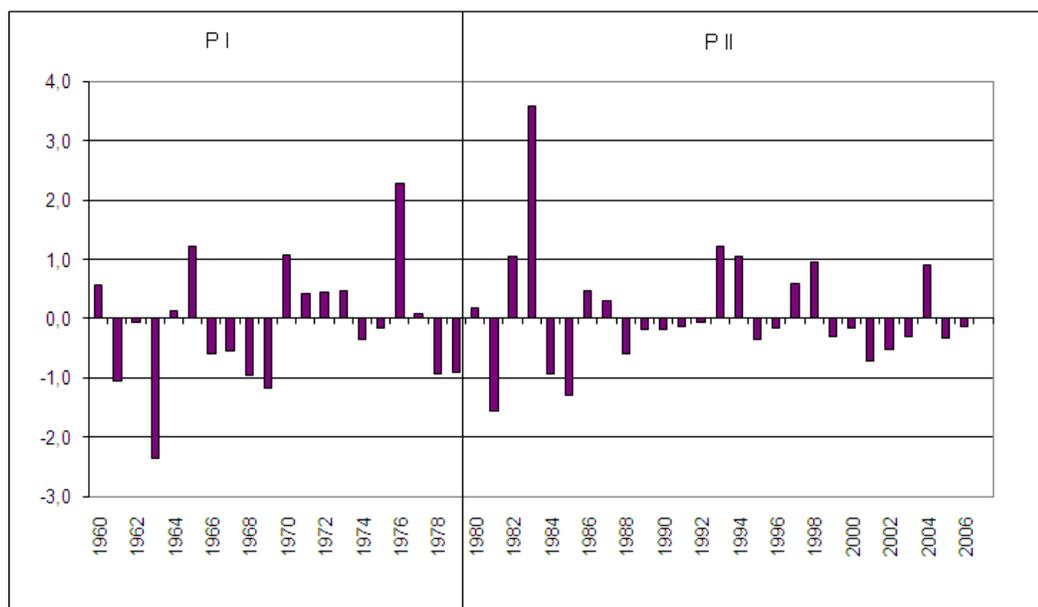


Figura 5: Valores padronizados para os anos de 1960 a 2006 para Estação 2346095.

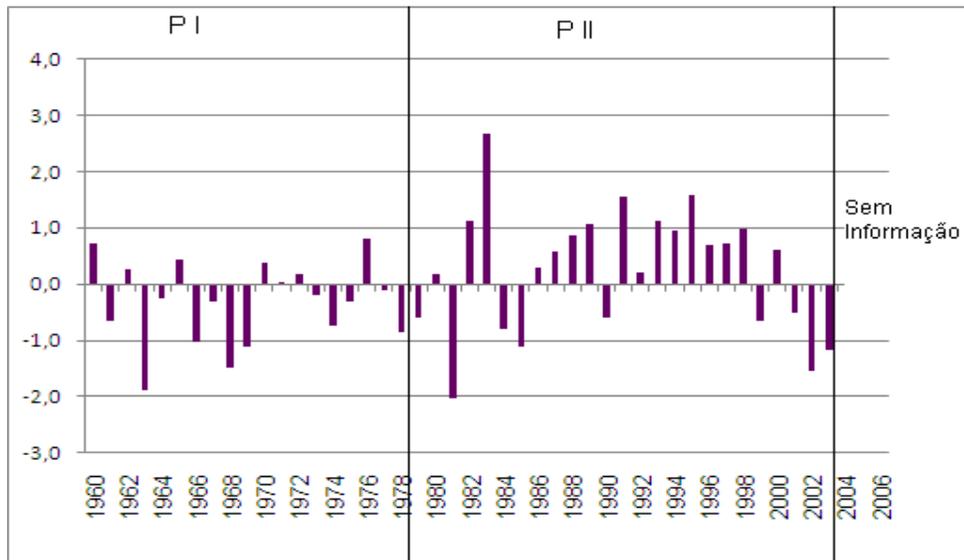


Figura 6: Valores padronizados para os anos de 1960 a 2006 e para o posto E3-074.

Chama atenção nas Figuras 5 e 6 o fato que a partir da década de 1980, as chuvas em Atibaia se concentram na faixa -1,0 a 1,0, o que atesta que o período anterior foi muito mais variável, sendo que no período de 1960 a 1979 houve prevalência de extremos negativos.

Depois de analisar a distribuição das chuvas ao longo das décadas por meio da padronização, o passo seguinte foi analisar as medias e verificar qual década se diferenciou em relação ao montante de precipitações.

A análise a seguir tem por base as Tabelas 7 a 11.

Na estação da ANA, a década de 1970 se destaca como sendo a mais chuvosa do período estudado; apesar disso, 80% dos anos, as chuvas ficaram dentro do habitual. Nesse decênio, ocorreram dias em que o montante de chuvas em 24 horas foi superior a 100mm, porém elas ainda ficaram dentro do padrão.

Em relação ao posto do DAEE, as décadas mais chuvosas foram de 1980 e 1990, com 30% dos anos com anomalia positiva de chuvas e 50% dentro no padrão habitual. Nesse período, ocorreram episódios de chuvas com montantes diários superiores a 100mm, o que contribuiu para que ocorressem anos com anomalias positivas de chuvas. Dentre os anos que

estão na faixa da anomalia positiva está o de 1991, com valor superior a 100mm em 24 horas. Outros dois episódios extremos de chuvas ocorreram no ano de 1994. Apesar disso esse ano esteve dentro da faixa padrão.

A década de 1960 (Tabela 7) apresenta 70% dos anos no posto do DAEE dentro do padrão normal e 30% dos anos com anomalia negativa. Houve registro de episódio de chuva com valor acima de 100mm, o que não contribuiu para que nesse posto ocorressem anos com anomalia positiva.

Na década de 1970 (Tabela 8) é surpreendente que os volumes se manifestem na imensa maioria dentro do padrão: 80% no caso do posto do DAEE e 100% no caso do posto da ANA.

Na década de 1980, houve dois eventos de chuvas com totais pluviométricos acima de 100mm em 24 horas. Esses episódios ocorreram nos anos de 1982 e 1987: o primeiro está na faixa de 1,1 a 2,0 e o segundo, dentro do padrão. A Tabela 9 mostra que na estação da ANA 20,0% dos anos registraram anomalias positivas.

Como o posto do DAEE e a estação da ANA estão com dados incompletos, para melhor compreender o que ocorreu no período de 2001 a 2007 foi utilizado para preencher a lacuna de dados as informações do posto do IAC (Instituto Agrônomo de Campinas). Segundo análise dos dados do posto do IAC para o período (informação não apresentada) em 85,8% dos anos as chuvas ficaram dentro do habitual (-1,0 e +1,0), e 14,2% apresentaram anomalias negativas de chuva. Nesse período, no ano de 2005, aconteceram precipitações com total acima de 100mm em 24 horas.

Chama atenção, pelo comportamento da pluviosidade dos postos do DAEE e da ANA para o período de 2000 a 2007 (Tabela 11) que o segundo apenas apresentou valores dentro do padrão, sem anomalia o que poderia, ao menos em parte, se relacionar com o fato de que houve complementação de informações faltosas com outro posto (IAC), conforme previamente assinalado.

Tabela 7: Distribuição das chuvas década de 1960.

	Posto E3-074	Estação 2346095
3,1 a 4,0	-	-
2,1 a 3,0	-	-
1,1 a 2,0	-	10,0%
-1,0 a 1,0	70,0%	60,0%
-2,0 a -1,1	30,0%	20,0%
-3,0 a -2,1	-	10,0%

Fonte: DAEE e ANA. Elaborado pela autora.

Tabela 8: Distribuição das chuvas década de 1970.

	Posto E3-074	Estação 2346095
3,1 a 4,0	-	-
2,1 a 3,0	-	10,0%
1,1 a 2,0	-	10,0%
-1,0 a 1,0	100,0%	80,0%
-2,0 a -1,1	-	-
-3,0 a -2,1	-	-

Fonte: DAEE e ANA. Elaborado pela autora.

Tabela 9: Distribuição das chuvas década de 1980.

	Posto E3-074	Estação 2346095
3,1 a 4,0	-	10,0%
2,1 a 3,0	10,0%	-
1,1 a 2,0	20,0%	10,0%
-1,0 a 1,0	50,0%	60,0%
-2,0 a -1,1	20,0%	20,0%
-3,0 a -2,1	-	-

Fonte: DAEE e ANA. Elaborado pela autora.

Tabela 10: Distribuição das chuvas década de 1990.

	Posto E3-074	Estação 2346095
3,1 a 4,0	-	-
2,1 a 3,0	10,0%	-
1,1 a 2,0	20,0%	20,0%
-1,0 a 1,0	50,0%	80,0%
-2,0 a -1,1	20,0%	-
-3,0 a -2,1	-	-

Fonte: DAEE e ANA. Elaborado pela autora.

Tabela 11: Distribuição das chuvas no período de 2000 a 2007.

	Posto E3-074	Estação 2346095
3,1 a 4,0	-	-
2,1 a 3,0	-	-
1,1 a 2,0	-	-
-1,0 a 1,0	50,0%	100,0%
-2,0 a -1,1	50,0%	-
-3,0 a -2,1	-	-

Fonte: DAEE e ANA. Elaborado pela autora.

Como mencionado anteriormente, o período mais chuvoso, de outubro a março, caracteriza-se por maior homogeneidade no tocante à sua distribuição. Isso se explica pelo fato de que há muitos mecanismos que atuam no local nesse período, que promovem precipitações, como frente frias, processos convectivos, formação de ZCAS e linhas de instabilidades, por exemplo.

Os meses de maio a agosto são os mais secos: apresentam maior heterogeneidade, pois nessa época as chuvas se associam preponderantemente a sistemas extratropicais, cujas frequências são irregulares.

Os meses de abril e setembro são transicionais: abril marca a passagem entre o período mais chuvoso, enquanto setembro marca o início da estação chuvosa.

### **7.3 - Análise mensal**

Foram calculadas as medias mensais para os dois postos pluviométricos o que possibilitou um estudo mais detalhado da distribuição e do comportamento do regime das chuvas ao longo dos meses.

Analisando os dados das medias pluviométricas dos dois postos E3-074 (DAEE) e da Estação 2346095 (ANA), que esta de acordo com o clássico estudo de Schröder (1956) da distribuição das chuvas para diferentes postos do estado de São Paulo, vê-se que em Atibaia há dois períodos bem distintos: um de menor pluviosidade, que vai de abril a setembro, com os meses de junho, julho e agosto como os mais secos e outro úmido de outubro a março, sendo os meses de dezembro, janeiro e fevereiro os mais chuvosos. Essa tendência foi verificada por Vicente (2005) em estudo da Região Metropolitana de Campinas.

### **7.4 - Análise diária**

Ao estudar chuvas intensas, a análise em escala diária é de fundamental importância principalmente no que diz respeito aos impactos deflagrados por esse fenômeno atmosférico: é no nível diário que a população sente os efeitos das chuvas. Com isso, a escala diária requer atenção especial em estudos que avaliem impactos das precipitações no meio urbano.

Primeiramente, foram avaliados os dias com maiores montantes de chuvas em 24h. Nos dois posto (ANA E DAEE) foram destacados os dias com montantes de chuva superiores a 100mm em 24h.

As Tabelas 12 e 13 mostram os dias com montantes de chuvas superiores a 100mm em 24h para a estação da ANA e posto DAEE, com informação quantos às características dos de acordo com analise das Cartas Sinóticas da Marinha.

Tabela 12: Dias com montantes de chuvas superiores a 100mm em 24h estação da ANA.

<b>Década</b>	<b>Data</b>	<b>Montante (mm)</b>	<b>Condicionantes atmosféricos</b>
1970	19/12/1964	203,4	passagem de uma frente fria sobre a região, predomínio de Ta, previsão da marinha é de chuvas e trovoadas com ventos moderados a fortes.
	22/02/1970	124,2	passagem de frente fria, alta pressão com predomínio da Ta, o confronto entre a frente fria que avança e as altas temperaturas na região resultaram em precipitações por vários dias.
	13/12/1975	123,6	confronto entre a frente fria e a Ta na região forma linha de instabilidade resultando em precipitação na área de estudo.
1980	15/11/1982	139,2	sobre a região há uma frente oclusa, provocando instabilidade
	09/03/1987	106,9	entrada de frente fria na região que em choque com a Ta que estava atuando na região provocou instabilidade e chuvas.
1990	12/09/1990	102,4	atuando na região a baixa pressão com passagem de frente fria pelo litoral, com ventos moderados as fortes no litoral trazem para a região unidade, o que resultou em precipitação que perdurou por alguns dias.
2000	27/01/1991	121,7	passagem de frente fria, região sobre o domínio da baixa pressão, instabilidade e precipitação
	25/05/2005	103,7	passagem de frente fria, formação de linhas de instabilidade

Fonte: ANA e Carta Sinótica da Marinha. Elabora pela autora

Tabela 13: Dias com totais pluviométricos superiores as 100mm em 24h no posto DAEE.

Década	Data	Montante (mm)	Condicionantes atmosféricos
1960	17/02/1964	103,2	predomínio na região de baixa pressão, não há passagem de frente fria, ventos moderados a fortes no litoral trazem umidade a região.
	17/01/1970	104,0	passagem de uma frente fria que em confronto com a Ta causaram precipitações na área.
1970	08/01/1974	103,5	chega à região de uma frente oclusa, provocando instabilidade e chuvas.
	13/12/1975	113,4	no confronto entre a frente fria e a Ta na região forma linha de instabilidade resultando em precipitação na área de estudo.
1980	10/01/1988	100,5	passagem de frente oclusa, provocando instabilidade e precipitação em vários
1990	10/01/1994	162	atuação de uma frente oclusa, o que provocou uma instabilidade na região
	07/12/1994	137,0	atuação de uma frente oclusa, o que provocou uma instabilidade na região.

Fonte: DAEE e Carta Sinótica da Marinha. Elaborado pela autora.

Monteiro (1976) salientou a importância da passagem de sistemas polares na ocorrência de chuvas no estado de São Paulo. Em Atibaia, os eventos extremos de chuvas (superiores a 100mm em 24h) estão fortemente relacionados a essas passagens, aliados a fatores locais que ajudam a intensificar os eventos desencadeados pela passagem desses sistemas.

Em Atibaia, a maioria dos eventos extremos ocorrem nos meses de verão (dezembro a março), período em que há vários mecanismos atuantes passíveis de provocarem chuvas tais como: processos convectivos (que provocam a conhecida “chuva de verão”), formação de ZCAS e linhas de instabilidade, além da passagem de sistemas polares.

#### **7.4.1 - Frequência das chuvas intensas**

Pela técnica do percentil foi possível observar como ocorre a distribuição das chuvas intensas em Atibaia. Foram escolhidas três categorias de quantis (85%, 90% e 95%).

Seguindo a tendência da distribuição sazonal, a maioria dos episódios de chuvas intensas ocorreu nos meses mais chuvosos (janeiro, fevereiro e dezembro).

Os resultados dessa técnica indicaram que, nos 48 anos analisados, 10% dos dias chuvosos em Atibaia apresentaram total pluviométrico nos meses de outubro a março igual ou superior a 20mm e nos outros meses houve variação entre 1mm a 20mm.

Após analisar os dados pluviométricos por meio dos percentis e levando em conta o estudo de Silva (2008) que demonstrou que montantes de chuvas inferiores a 30mm (valor escolhido pela autora empiricamente) em 24 horas já era suficiente para causar transtornos à população, foi escolhido para este estudo mais detalhado o percentil 90%, principalmente os valores iguais ou superiores a 20mm em 24 horas.

No período de 1960 a 2007, para a estação da ANA, foram 1153 dias, ou seja, 6,6% do total com valores iguais ou superiores a 20mm. Os meses de verão (janeiro, fevereiro e dezembro) destacam-se com a maior frequência de dias com montantes de chuvas iguais ou superiores a 20mm.

Os meses de março, outubro e novembro também se destacam pelo número elevado de dias com totais de chuvas iguais ou superiores a 20mm, mas com frequência menor que nos meses de verão. No período menos úmido, abril a agosto, verificou-se menor frequência de dias de chuvas (igual ou superior a 20mm), com destaque para abril, com 57 dias, e setembro, com 58 dias, devido ao fato que esses meses são transicionais.

A ocorrência de extremos com valores superiores a 100mm em 24 horas ocorreram em sua maioria nos meses de verão (janeiro, fevereiro e dezembro). Há registros de chuvas com

totais superiores a 100mm em 24 horas nos meses de março, setembro e novembro, mas não com a frequência dos meses de verão.

A dinâmica climática da região explica o maior registro de dias com valores totais iguais ou superiores a 20mm, assim como a ocorrência de chuvas com totais superiores a 100mm em 24 horas nos meses de verão, pois nesse período, além das altas temperaturas e umidade que contribuem no processo convectivo, há também a atuação da ZCAS (Zona de Convergência do Atlântico Sul).

Salienta-se que houve um único episódio de chuva acima de 100mm em 24 horas fora dos meses mais chuvosos: maio de 2005.

A seguir a Tabela 14 apresenta os valores excepcionais determinados por quantis, ilustrados com o ano de 1972 no posto E3-074 (DAEE).

Tabela 14: Valores extremos a partir da aplicação da técnica dos quantis para o ano de 1972 no posto E3-074 (DAEE).

			Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
E3-074	1972	1	0	27,0	0	49,8	0	0	0	0	0,2	0	0	7,3
E3-074	1972	2	0	4,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,8
E3-074	1972	3	48,5	16,4	5,3	0	0	0	0	0	0	0	1,2	43,1
E3-074	1972	4	1,5	0	0	25,0	0	0	0	23,0	0	30,0	9,7	2,7
E3-074	1972	5	0	0	0	2,5	0	0	0	6,3	10,2	18,7	11,1	12,8
E3-074	1972	6	7,1	0	3,4	0	0	0	0	4,5	8,8	0	0	1,1
E3-074	1972	7	1,5	6,9	0	0	0	0	0	15,0	1	19,0	0	0
E3-074	1972	8	21,0	1,4	0	0	0	0	8,5	0	0	0	0	0
E3-074	1972	9	5,8	8,3	6,1	0	10,9	0	0	0	0	0	0,4	0
E3-074	1972	10	26,0	0	0	0	0	0	1,5	0	0	30,0	0	0
E3-074	1972	11	1,0	0	11,2	0	0	0	0	0	2,8	56,8	24,5	0
E3-074	1972	12	8,0	0,1	0	0	0	0	8,5	0	0	1,8	0,6	1,9
E3-074	1972	13	1,5	27,5	0	0	0	0	57,5	1,8	0	0	0,5	0
E3-074	1972	14	0	0	3	0	0	0	0	3,3	0	0	23,0	0
E3-074	1972	15	0	25,7	0	0	0	0	0	0	0	14,0	8	0
E3-074	1972	16	0	1	0	1,9	0	0	5,0	0	0	0,3	0	0
E3-074	1972	17	0	9,5	0	0	0	0	0	0	0	0	19,5	0
E3-074	1972	18	44,3	0	0	0	0	6,9	0	0	0	0	11	0
E3-074	1972	19	0,8	1,2	3,4	0	0,8	0	0	0	0	0	38,6	0
E3-074	1972	20	6,6	42,0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,2	0
E3-074	1972	21	40,8	5	0	0	0	0	0	0	0	0	1,2	0
E3-074	1972	22	28,5	22,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E3-074	1972	23	64,8	0,4	18,5	0	2	0	0	5,8	2,7	0	0,2	25,5
E3-074	1972	24	19,5	3	28,0	0	0	0	0	5,6	0,9	0	0	5
E3-074	1972	25	0,3	24,3	0	0	23,4	0	0	0	9,7	0	0	20,4
E3-074	1972	26	0	0	0	0	0	0	0	0	1,5	0	23,4	0
E3-074	1972	27	14,4	25,8	0	0	0	0	7,6	0	0	0	11,2	0,1
E3-074	1972	28	0	2,2	0	0	0	0	0	0	10,7	0	0	0
E3-074	1972	29	11,0	0	0	0	0	0	0	0	13,9	0,4	0	35,6
E3-074	1972	30	8,3	x	0	0	0	0	0	4,5	1,8	2,7	0	0
E3-074	1972	31	1,6	x	0	x	0	x	0	0,2	x	0	x	6

Fonte: DAEE. Elaborado pela autora.

Legenda

	P85% (85 - 90)
	P90% (90 - 95)
	P95% (95_100)

## 7.5 - Análise das precipitações por década

Em Atibaia, a media das chuvas para a década de 1960 foi de 1300,8mm no posto da Ana e de 1340,7mm no posto E3-074.

Conforme já destacado, essa década teve um dos anos mais secos registrados em Atibaia: 1963 com 810,4mm na estação da ANA, 911,2mm no posto E3-077 e 748,0mm no posto E3-075.

Os anos mais chuvosos nessa década foram 1960 (1573,8mm ANA e 1736,8mm DAEE) e 1965 (1746,9mm ANA e 1650,0mm DAEE). A análise das Cartas Sinóticas da Marinha mostrou que nesses anos uma forte atuação da Massa Polar, contribuiu para que esses anos se destacassem como os mais chuvosos.

A Tabela 15 mostra os montantes de chuvas distribuídas ao longo dos meses na década de 1960 para o posto E3-074

Tabela 15: Dados de Chuvas para a década de 1960 (posto E3-074).

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
1960	211,5	343,1	113,4	114,9	81,2	88,9	25,6	33,3	15,9	170,8	149,3	388,9	1736,8
1961	228,2	192,4	196,6	79,5	40,2	27,7	2,7	19,1	2,6	62,7	153,2	293,7	1298,6
1962	162,3	217,8	281,2	32,6	54,3	15,2	40,2	67,6	75,3	212,2	142,3	293,7	1594,7
1963	240,2	160,7	55,1	16,7	4,5	4,3	0,2	12,5	16,0	121,8	167,7	111,5	911,2
1964	141,4	312,7	33,5	74,1	25,0	42,4	54,9	32,4	139,0	146,1	139,3	286,5	1427,3
1965	374,0	163,6	179,2	73,2	66,9	34,5	85,2	8,5	123,0	177,6	166,5	197,8	1650,0
1966	265,0	171,7	206,1	52,9	30,8	0,2	5,4	15,9	73,4	116,9	74,8	172,6	1185,7
1967	309,6	143,1	169,8	21,6	20,4	90,1	33,4	3,4	88,8	175,3	211,2	143,3	1410,0
1968	248,8	61,7	252,1	63,5	40,4	16,0	-4,4	31,6	38,9	93,6	73,3	112,5	1036,8
1969	136,3	87,4	131,2	48,0	75,3	42,2	4,7	31,4	80,2	188,6	178,9	152,0	1156,2

Fonte: DAEE. Elaborado pela autora.

### Legenda

- media mês mais chuvoso na década
- media mês menos chuvoso na década

Por ela vê-se que com exceção do ano de 1963, os outros anos da década de 1960 tiveram totais pluviométricos acima de 1000,0mm.

Apesar dos altos volumes de chuvas anuais chama atenção o fato de que nessa década em Atibaia não ter nenhum registro de problemas deflagrados por precipitações. Isso pode estar atrelado ao fato de não existir em Atibaia Defesa Civil.

Pesquisa no jornal revelou que essa década, apesar da ocorrência de chuvas intensas (igual ou superior a 20,0mm em 24 horas) não houve nenhum relato de problemas deflagrados por precipitações. A falta de informação sobre ocorrências associadas às chuvas intensas nos dá uma noção que o grau de destruturação urbana em Atibaia era menos intenso.

No período ocorre a ocupação das glebas vazias, pois até essa década a malha urbana de Atibaia era descontínua com núcleos urbanos isolados, sendo que a maioria da população residia nas áreas rurais. Somente ao longo da década de 1960 que a população urbana em Atibaia supera a população rural.

Na década de 1970, em Atibaia, a média das chuvas foi de 1464,1mm no posto E3-074 (DAEE) e 1489,9mm na estação da ANA.

No período, foram noticiados sete eventos no jornal O Atibaiense reportando problemas deflagrados por chuvas.

A Tabela 16 apresenta os volumes pluviométricos ao longo dos meses para a década de 1970 para o posto E3-074.

Tabela 16: Dados de Chuvas para a década de 1970 no posto E3-074.

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
1970	416,1	375,2	101,4	27,7	62,1	55,0	32,6	109,7	91,3	59,6	137,2	162,2	1630,1
1971	172,6	90,7	278,3	72,4	47,2	140,4	26,1	13,7	46,1	214,3	134,1	277,1	1513,0
1972	362,8	254,1	78,9	79,2	37,1	6,9	88,6	70,0	64,2	173,7	186,3	162,3	1564,1
1973	264,9	216,1	115,5	143,3	47,6	35,9	52,3	21,1	49,0	107,6	132,8	260,6	1446,7
1974	351,4	43,3	160,7	63,8	11,8	137,0	0,0	1,8	38,6	66,0	186,5	216,4	1277,3
1975	98,6	473,7	53,4	31,5	21,6	1,3	46,9	0,3	22,4	194,7	219,3	250,6	1414,3
1976	134,8	268,3	96,3	139,8	140,1	81,1	175,1	141,4	197,5	102,5	136,2	154,5	1767,6
1977	278,4	150,3	175,9	126,1	15,2	54,3	7,1	16,0	120,9	63,1	212,6	251,5	1471,4
1978	61,7	105,3	117,0	20,5	124,2	80,9	78,1	4,9	40,8	146,4	302,8	156,0	1238,6
1979	113,6	105,9	122,2	97,1	144,1	4,5	132,0	99,5	95,0	110,5	146,6	146,9	1317,9

Fonte: DAEE. Elaborado pela autora.

Legenda

	media mês mais chuvoso na década
	media mês menos chuvoso na década

O principal problema desencadeado por precipitações, de acordo com o jornal O Atibaense, foram enchentes (segundo a terminologia da fonte), que causaram vários transtornos, entre eles, alagamentos de casas, prejuízos a lavouras e transtorno no trânsito.

Na década de 1970, se consolida o processo de ocupação da área urbana de Atibaia, iniciado na década de 1960, sendo que, nesse período, houve a expansão da malha urbana para o sul do município, onde hoje estão localizados os bairros Jardim Maracanã, Vitória Régia e Rancho Maringá I e II.

Nessa época, há escassez de terrenos mais baratos na área central de Atibaia, assim, a população se vê obrigada a ocupar locais mais afastados, promove a expansão em áreas de risco. Nesse período, alguns pátios da ferrovia RFFSA (Rede Ferroviária Federal Sociedade Anônima), incluindo os prédios das estações de trem, foram ocupados e improvisados como moradia.

Analisando a expansão urbana de Atibaia nessa década, fica evidente o fato de que nesse período começam os registros de problemas deflagrados por chuvas, uma vez que a população se vê sem opções para residir e ocupam áreas impróprias para habitação. Esse problema se estenderá nas décadas seguintes.

A média das chuvas para a década de 1980 foi de 1599,0mm no posto E3-074 e 1454,7mm na estação da ANA.

No posto E3-074 e na estação 2346095 o ano mais chuvoso foi o de 1983, (2358,9mm e 2664,5mm, respectivamente). Os postos E3-274 e E3-230 usados como controle, também apresentaram nesse ano valores expressivos de precipitação (2337,4mm e 2252,3mm).

Em relação aos problemas deflagrados por precipitações, de acordo com as pesquisas realizada no jornal O Atibaiense houve oito ocorrências. Também nessa década o principal problema causado por precipitações foram enchentes (terminologia usada pelo jornal), que causaram vários transtornos à população, entre eles alagamentos de casas, prejuízos a lavouras e transtorno no trânsito.

A Tabela 17 apresenta dados de chuvas no posto E3-074 para a década de 1980.

Tabela 17: Dados de Chuvas para a década de 1980 no posto E3-074.

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
1980	201,3	239,7	59,0	195,5	19,2	90,6	12,5	52,9	59,8	105,0	202,9	324,6	1563,0
1981	170,7	75,2	50,0	12,3	22,6	75,6	10,5	3,5	10,6	140,9	140,9	149,9	862,7
1982	326,0	186,6	135,2	46,4	38,5	166,7	44,4	88,2	23,3	264,8	215,2	330,6	1865,9
1983	249,7	212,9	257,0	222,4	331,6	273,0	61,4	8,7	284,7	136,1	131,4	190,0	2358,9
1984	205,4	23,0	80,3	136,7	98,5	0,2	5,1	144,5	130,8	43,3	142,5	248,4	1258,7
1985	263,7	97,3	193,5	72,4	103,2	20,5	6,0	12,3	76,2	50,8	131,8	129,9	1157,6
1986	215,7	211,0	166,5	75,2	103,9	9,2	26,4	107,9	47,6	79,6	186,6	373,4	1603,0
1987	445,1	186,7	150,8	79,8	181,2	110,9	14,4	13,3	71,6	94,7	143,5	200,1	1692,1
1988	373,4	195,7	292,8	97,5	229,4	71,9	0,0	0,0	10,6	208,8	135,4	167,2	1782,7
1989	361,7	266,7	216,5	94,5	44,0	51,2	169,4	49,7	77,8	46,6	223,6	243,7	1845,4

Fonte: Fonte DAEE. Elaborado pela autora.

Legenda

	media mês mais chuvoso na década
	media mês menos chuvoso na década

Analisando a Tabela 17, vê-se que em alguns anos ocorreram uma concentração das precipitações em meses seguidos, caso de janeiro e fevereiro de 1989, assim como em dezembro de 1982 e janeiro de 1983, esse fato se repetiu entre 1986 e 1987. Esse quadro é preocupante, pois são meses seguidos em que a média das precipitações foram altas, o que acarretou em problemas para a população.

Na década de 1980 a expansão da malha urbana não foi tão expressiva com na década precedente. Em contrapartida, nos anos 80 há significativo aumento da população urbana de Atibaia que passa de 57.807 no início da década para 95.342 no final, como mostra o censo do IBGE.

Esse significativo aumento populacional e a diminuição da expansão urbana se refletem nos problemas deflagrados por chuvas, uma vez que não há aumento significativo das notícias

sobre problemas em decorrência das precipitações em Atibaia.

Na década de 1990 a media das precipitações em Atibaia no período foi de 1717,2mm no posto E3-074 e 1512,0mm na estação da ANA.

Os anos mais chuvosos foram o de 1995 no posto E3-074 (2010,1mm) e 1993 no posto da ANA (1744,7mm). Analisando as cartas sinóticas da Marinha, houve nesses anos forte atuação da Massa Polar que aliada a outros mecanismos que atuam na região contribuíram para que esses anos se destacassem como os mais chuvosos na década.

A Tabela 18 apresenta os dados de chuvas no posto E3-074 para a década de 1990.

Tabela 18: Dados de Chuvas para a década de 1990 no posto E3-074.

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
1990	276,0	110,1	198,5	42,8	76,4	40,7	116,5	64,2	57,6	113,1	58,0	161,7	1315,6
1991	415,6	253,7	496,9	171,5	22,8	47,7	26,7	36,0	86,5	177,2	57,4	213,2	2005,2
1992	101,9	179,5	321,3	36,9	76,2	0,0	56,1	45,1	140,0	183,5	236,4	195,9	1572,8
1993	277,9	277,7	170,2	76,7	139,5	50,9	11,8	31,5	229,0	151,2	76,5	371,9	1864,8
1994	437,0	255,0	205,0	124,8	58,3	28,9	66,8	0,0	0,0	134,9	117,8	383,2	1811,7
1995	309,9	498,9	298,1	61,9	58,4	49,5	92,9	15,7	71,7	241,7	128,2	183,2	2010,1
1996	336,5	271,2	279,7	22,6	19,2	25,4	17,6	33,7	178,4	155,3	113,1	277,9	1730,6
1997	383,1	219,4	138,6	56,9	75,6	138,8	17,4	29,4	92,4	126,6	241,8	217,5	1737,5
1999	347,4	292,4	116,5	15,7	88,0	43,2	16,6	0,0	51,9	43,3	137,0	152,4	1304,4

Fonte: DAEE. Elaborado pela autora

#### Legenda

	media mês mais chuvoso na década
	media mês menos chuvoso na década

Como ocorrido na década anterior, a década de 1990 também teve meses seguidos em que a concentração das precipitações foi significativa. Chama atenção que nesse período além do aumento da concentração de chuvas em meses seguidos, em alguns anos teve meses em que não houve registro de chuvas, caso de junho de 1992, agosto e setembro de 1994.

Nesse decênio, foram publicadas pelo O Atibaiense muito mais notícias de problemas decorrentes das chuvas em Atibaia: 27. O principal problema causado por precipitações foram enchentes, que acarretaram numerosos transtornos à população entre eles alagamentos de casas, prejuízos a lavouras e transtornos no trânsito. Além disso, há notícias de desabrigados, o que não ocorreu nas décadas anteriores.

Após passar por um período de menor crescimento urbano, na década de 1990, houve expressiva expansão, com o espalhamento da cidade e ocupação de áreas mais isoladas, uma boa parte de risco por acompanhar o curso de rios.

Essa ocupação em Atibaia contribuiu para que tenha havido maior ocorrência de problemas deflagrados por chuvas. Isso fica nítido comparando essa década com as três anteriores, uma vez que o processo de expansão desordenada da malha urbana se consolida na década de 1990.

No período de 2000 a 2007 os dados de precipitações dos postos do DAEE e da ANA para Atibaia não estão completos foi também utilizado os dados operacionalidade a partir do final de 2000 pelo posto do IAC (Instituto Agrônômico de Campinas). Nesses oito anos em Atibaia foi de 1267,7mm segundo os dados do IAC. Nesse período de oito anos não houve um que se destacasse.

A Tabela 19 mostra a distribuição dos totais pluviométricos ao longo dos meses no período de 2000 a 2007 para o posto do IAC.

Tabela 19: Dados de Chuvas para os anos de 2000 a 2007 no posto do IAC.

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
2001	138,7	142,7	136,1	52,8	72,7	15,0	17,7	38,0	55,6	210,6	150,0	277,2	1307,1
2002	296,7	228,0	131,2	14,5	75,6	0,5	8,1	41,7	61,5	54,7	134,1	156,7	1203,3
2003	321,7	104,7	103,7	27,4	50,5	19,8	17,3	12,5	27,9	136,9	77,7	211,1	1111,2
2004	154,0	193,2	53,2	131,5	112,4	95,1	75,8	2,3	25,6	161,3	181,9	144,7	1331,0
2005	204,0	94,7	251,9	28,4	133,4	33,8	27,3	10,9	81,6	163,1	152,9	154,7	1336,7
2006	292,2	204,7	203,5	30,3	22,7	22,5	67,3	11,0	83,3	62,7	140,3	217,9	1358,4
2007	308,3	29,8	93,6	72,2	57,8	33,5	193,7	0,0	10,8	60,4	205,1	160,7	1225,9

Fonte: IAC. Elaborado pela autora

Legenda

-  media mês mais chuvoso na década
-  media mês menos chuvoso na década

Além das notícias publicadas na imprensa, nesse período há os dados da Defesa Civil, implantada em 2000. Foram publicadas, pelo O Atibaiense, 31 notícias de problemas provocados por chuvas. De acordo com a Defesa Civil, foram atendidas 4326 ocorrências de problemas relacionadas às chuvas.

Tabela 20: Número de ocorrência no período de 2000 a 2007

<b>N.º chamadas atendidas pela Defesa Civil</b>	<b>Nº de bairros afetados</b>	<b>IMPACTO</b>
2205	50	Enxurradas/Inundação brusca
648	42	Enxurradas/Inundação brusca
491	30	Alagamentos
428	21	Vendavais
217	20	Enchentes/Inundação gradual
98	8	Escorregamentos/Deslizamentos
90	3	Danificações de habitações/estrutura
66	8	Danificações de habitações/solo
21	2	Erosão linear, sulcos, ravinas e voçorocas
21	6	Danificação ou destruição obras arte por problemas de solo e fundações
8	8	Danificação ou destruição de habitações
8	4	Desabamento
7	7	Subsidência do solo
3	3	Danificação/Destruição – habitações
2	2	Danificações de pontes
2	2	Danificação de edifício por problemas de estruturas
2	3	Danificação de edifício relativo a solo e fundações
2	2	Danificação de obras de arte problemas de estruturas
1	2	Danificação de obras de arte
1	1	Desmoronamento
1	1	Danificação de edifício por problemas de solo e fundações
1	1	Danificação de edifício por problemas de solo e às fundações
1	1	Danificação de habitações
1	1	Danos estruturais na edificação
1	1	Meios de transporte rodoviário
1	1	Rompimento de barragem com risco de inundação a jusante

Fonte: Defesa Civil. Elabora pela autora.

Analisando a Tabela 20, vemos que no período de 2000 a 2007, a população atibaense sofre com vários problemas deflagrados por precipitações, e esses não se limitaram apenas a enchentes como noticiadas pela imprensa local.

Com a consolidação do processo de expansão urbana de Atibaia, há ocupação fragmentada do território. Além disso, a cidade é dividida em dois lados com evidentes diferenças sociais: o lado oeste da Rodovia Fernão Dias, ocupado por bairros “populares”, por

exemplo: Jardim Cerejeiras e Jardim Imperial, que apresentam problemas de infraestrutura e o lado leste, onde se localizam os centros histórico, comercial e financeiro, e as áreas residências de padrões de médio a alto, apresentando condomínios de alto padrão como o Flamboyant a loteamentos de médio padrão como o Jardim Alvinópolis. Porém, há também loteamentos populares como o bairro Caetetuba (com uma parte do bairro ocupando áreas de risco as margens do Rio Atibaia). Analisando os atendimentos da Defesa Civil atibaense, percebe-se que os bairros localizados nas áreas de risco, principalmente os próximos ao Rio Atibaia e seus afluentes, são os mais atingidos. Ainda, segundo informações da Defesa Civil, 3.400 pessoas (2,5%) vivem em áreas de risco.

Comparando todas as informações e dados obtidos, nota-se que no período de 2000 a 2007 a população que está em situação de alta vulnerabilidade social é também a que reside em áreas de risco e sofre com problemas deflagrados por precipitações e com a falta de infraestrutura adequada para o escoamento das águas pluviais.

## **7.6- Estudo dos Ventos em Atibaia**

Entre as condições atmosféricas que geram impactos negativos no meio urbano estão os episódios de ventos fortes, que têm criado diversos problemas em municípios, como danos em habitações, quedas de árvores, destelhamentos e cortes esporádicos de energia. Com isso, há muitos prejuízos e, não raro, feridos e mortos.

Esse tipo de fenômeno impacta fortemente o município paulista de Atibaia. Nesse estudo foram analisados os episódios de ventos intensos entre os anos de 1960 a 2007, assim como distribuição de seus impactos.

A ocorrência de ventos intensos está muitas vezes associada a precipitações, como é o caso do município de Atibaia. A análise das Cartas Sinóticas da Marinha mostra que nos episódios de ventos fortes há passagem de sistemas polares em confronto com sistemas

tropicais instalados na região, formando, assim, linhas de instabilidades. Esse confronto é facilitado pelo fato de Atibaia estar em área de transição desses sistemas.

Para o estudo das consequências ocasionadas pelos ventos foram levantadas informações junto ao jornal O Atibaiense e dados da Defesa Civil de Atibaia.

Portanto, os estudos dos ventos fortes em Atibaia serão divididos em duas partes: na primeira serão analisados os casos levantados no jornal O Atibaiense e, na segunda, os dados levantados junto à Defesa Civil.

### **7.6.1 - Ventos fortes noticiados pela imprensa em Atibaia (1960 – 2007)**

A velocidade dos ventos em Atibaia, de acordo com os dados da ESALQ, no período estudado (1960 a 2007) variou de 14km/h (3 na escala modificada de Beaufort) a 62km/h (8 na escala).

No período estudado, de acordo com informações do jornal O Atibaiense ocorreram alguns episódios em que a velocidade dos ventos ultrapassou 62km/h:

- 12/02/1977: Fortes ventos associados à forte temporal provocaram queda de árvores. Não há registro da velocidade desse evento, mas, de acordo com a escala Beaufort, ventos com velocidades acima de 78km/h são capazes de provar queda de árvores.
- 04/02/978: Ventos de 80km/h provocaram destelhamentos e queda de árvores.
- 19/01/1984: Vendaval causou o destelhamento do telhado de uma igreja e queda de árvores. Não há informação da velocidade desse evento, mas pelos danos causados e seguindo a escala de Beaufort a velocidade dos ventos foram superiores a 78km/h.

- 01/02/1992: Ventos fortes associados a chuvas causaram destelhamentos e queda de árvores. Como não há informação e seguindo as informações da escala de Beaufort, a velocidade dos ventos foram superiores a 78km/h
- 22/01/1994: Ventos fortes derrubaram árvores. Segundo a escala Beaufort, os ventos acima de 78km/h são capazes de derrubar árvores, mas como não há informação da velocidade, levando em consideração as informações dos danos provocados, a intensidade nesse episódio está próximo à velocidade que, de acordo com a escala de Beaufort, provoca esses danos.
- 14/10/1998: Fortes ventos causaram quedas de árvores. Não houve registro da velocidade desse evento, mas de acordo com a escala Beaufort, ventos com velocidades acima de 78km/h são capazes de provocar queda de árvores.
- 15/01/2000: Fortes chuvas acompanhadas de ventos com fortes rajadas. Não foi relatada informação de danos e por esse motivo é difícil saber qual a velocidade desses ventos.
- 24/02/2000: Fortes ventos ocasionaram queda de árvores. Não houve informação da velocidade desse evento, mas, pelos danos causados e seguindo a escala de Beaufort, a velocidade dos ventos teria sido superiores a 78km/h.
- 11/09/2002: Temporal com ventos de 100km/h.
- 20/10/2004: Temporal com ventos superiores a 120km/h.
- 06/09/2007: Ventos fortes derrubaram árvores. Não há informação de danos. Por esse motivo, é difícil saber com precisão qual foi a velocidade desses ventos.
- 10/11/2007: Ventos fortes derrubaram árvores. Não há informação de danos por esse motivo, é difícil saber com precisão qual foi a velocidade desses ventos.

Foi feita relação com ocorrências de perturbações relacionadas a ventos em outros municípios e período próximos, porque, sendo a fonte um jornal, pode ter havido demora na

publicação do fato. Assim sendo, os episódios podem estar relacionados à ocorrência do mesmo porte em outros municípios.

Candido (comunicação pessoal) reporta ocorrência de tornados no dia 16/10/1998 na cidade de Bauru. Dois dias antes, em 14/10/1998, ocorreu em Atibaia ventos com velocidade acima de 78km/h. O mesmo autor relata que em 17/10/2004 houve um tornado em Campinas, e segundo informações publicadas na imprensa no dia 20/10/2004, houve em Atibaia, forte temporal com ventos de 120km/h, fato que pode estar relacionado ao de Campinas, devido à proximidade das cidades.

Assim como ocorre nos casos de eventos extremos de precipitações, em Atibaia, os registros de ventos intensos ocorreram na maioria das vezes nos meses de verão (dezembro a março). Isso se deve ao fato que, em sua maioria, os casos de ventos intensos estiveram associados a chuvas intensas.

#### **7.6.2 - Ventos fortes a partir dos dados da Defesa Civil de Atibaia (2000 – 2007)**

A Defesa Civil de Atibaia registrou, no período de 2000 a 2007, 72 ocorrências de ventos intensos concentrados nos meses de dezembro a março (verão), ou seja, associados a chuvas convectivas que ocorrem nessa época do ano.

O número de eventos, de registros e de bairros atingidos entre os anos de 2000 a 2007 estão na Tabela 21:

Tabela 21: Número de ocorrências de ventos fortes entre 2000 e 2007

Ano	Número de eventos	Total de ocorrências	Número de bairros atingidos
2000	2	2	4
2001	0	0	0
2002	2	73	6
2003	12	420	5
2004	12	14	9
2005	1	1	Não há informação
2006	36	36	10
2007	7	8	7

Fonte: Defesa Civil de Atibaia.

Nas Figuras 7 e 8 pode se apreciar, respectivamente, o número de episódios de ventos fortes e o total de ocorrências atendidas pela Defesa Civil no período de 2000 a 2007.

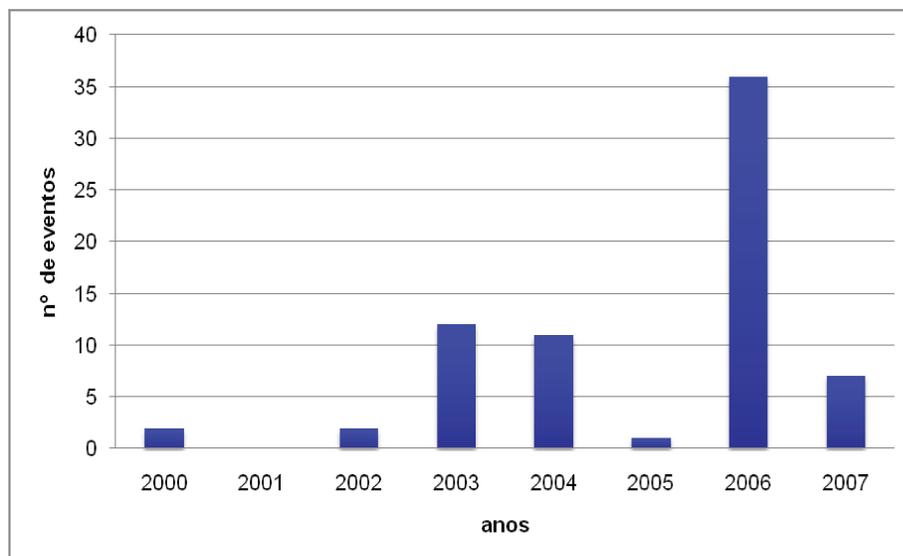


Figura 7: Número de eventos de ventos em Atibaia no período de 2000 a 2007.

Fonte: Defesa Civil. Elaborada pela autora.

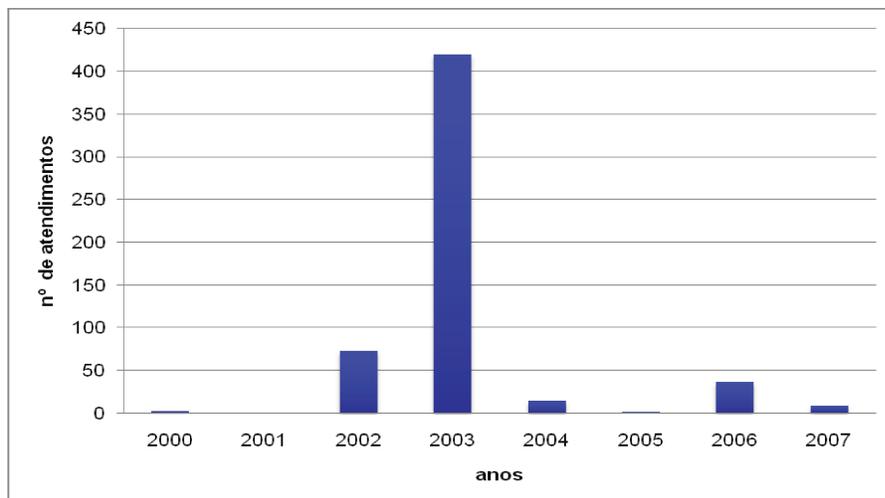


Figura 8: Total de atendimentos em Atibaia no período de 2000 a 2007.

Fonte: Defesa Civil. Elaborada pela autora.

A análise da Tabela 21 mostra, primeiramente, que no período estudado alguns anos se destacam quanto as ocorrências de ventos intensos, como 2003 e que há anos em que são registrados muitos casos, como 2006 e outros em que não houve nenhum registro, como 2001. Ainda pelo exame da Tabela 21 observa-se que 72 ocorrências de ventos fortes geraram 554 atendimentos da Defesa Civil, das quais 491 nos meses de dezembro a março (verão, informação não apresentada).

De acordo com as informações da Defesa Civil atibaense, apesar dos ventos fortes afetarem bairros de todas as classes sociais, a maioria dos atendimentos foi em bairros de classe baixa. Em todas as ocorrências, os problemas causados por ventos foram quedas de árvores, *outdoors*, destelhamentos e queda de energia.

Em Atibaia, os ventos fortes estão concentrados nos meses de dezembro a março, quando as chuvas convectivas são mais comuns. Nesse período, além dos problemas desencadeados por precipitações, a população é vitimada por transtornos engendrados por ventos fortes a elas associadas. Porém, os bairros apresentam algum grau de suscetibilidade a ventos intensos, o que demonstra que a população em geral está sujeita aos problemas promovidos por condicionantes atmosféricos.

## **8- Áreas de risco em Atibaia**

Considerando as situações deflagradas por precipitações e ventos, a Figura 9 mostra as áreas de risco no município. Ela atesta que a área do centro histórico e a região de Caetetuba e arredores se destacam por serem as regiões mais afetadas por problemas deflagrados pelos condicionantes atmosféricos. Essas regiões são cortadas por importantes córregos (Córrego Folha Larga e Córrego Onofre), assim, como pelo Rio Atibaia, que na época das chuvas (meses de verão) inundam a área de várzeas, onde atualmente há ocupação por parcela da população de baixa renda.

Outro destaque é a região sul de Atibaia, cortada pelo Rio Jundiaizinho, onde no período analisado (1960-2007), não houve nenhum registro de problemas deflagrados por precipitações e ventos.

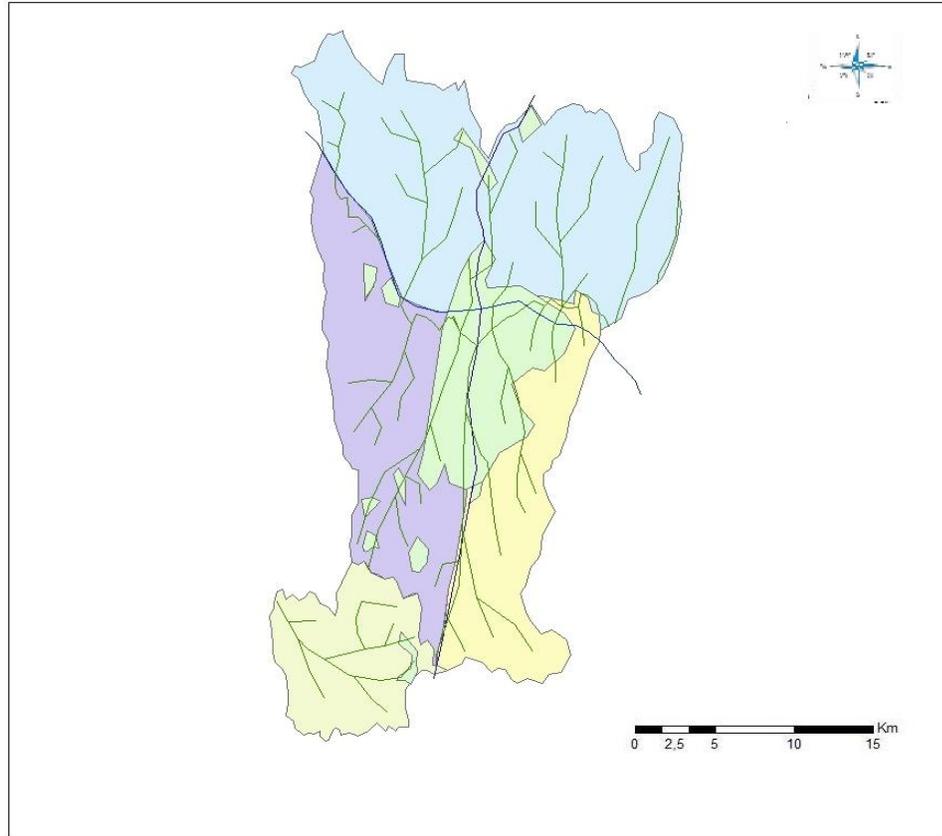


Figura 9: Áreas de risco em Atibaia.

Fonte: Plano Diretor de Atibaia, 2006.

### Legenda

- Área urbana.
- Atibaia Norte, área sofre com as enchentes do Rio Atibaia.
- Centro histórico e arredores, região sofre com problemas de enchentes, inundações, alagamentos, e também por danos causados por ventos intensos.
- Caetetuba e arredores, região sofre com problemas de enchentes, inundações, alagamentos, e também por danos causados por ventos intensos.
- Atibaia Sul, região banha pelo Rio Jundiaizinho, sem informações.

## 9- Considerações finais

O levantamento e a avaliação das informações permitiram uma série de inferências relativas aos tipos de risco deflagrados por condições atmosféricas no município de Atibaia, bem como suas distribuições espaço-temporais.

Quanto à distribuição das precipitações no período analisado (1960-2007), ressalta-se que, em Atibaia, os meses mais chuvosos são os de primavera-verão, que também se caracterizam por uma maior homogeneidade no tocante à distribuição das chuvas. Isso se explica pelo fato de que há muitos mecanismos que atuam nesse período, passíveis de promoverem precipitações, como frentes frias, processos convectivos (que provocam a conhecida “chuva de verão”), formação de ZCAS e linhas de instabilidade, por exemplo. Já o período outono-inverno apresenta maior heterogeneidade, pois nessa época as chuvas estão condicionadas à entrada de frentes frias, cuja frequência é mais irregular. Mesmo assim, alguns anos se destacaram em relação ao total de chuvas. Informações das Cartas Sinóticas da Marinha apontam que eles ocorreram associados à passagem das frentes frias, sistemas de baixa pressão e formação de instabilidades.

A análise dos dados da Defesa Civil, acrescidas das informações obtidas em notícias do jornal O Atibaiense, permitiu perceber a distribuição sócio-espacial dos problemas gerados por impactos deflagrados por precipitações e ventos. Enquanto os bairros de classe média, média-alta e alta sofrem com problemas de queda de árvores, de *outdoor*, problemas em vias públicas e alagamentos, a população de baixa renda sofre, além dos problemas já mencionados, com inundações.

Assim como ocorre com os problemas deflagrados por chuvas, a população atibaiense, principalmente a de baixa renda, é também vulnerável a transtornos provocados por ventos intensos.

Em Atibaia, os ventos fortes estão concentrados nos meses de dezembro a março, período das chuvas convectivas. Nesse período, além dos problemas desencadeados por precipitações, a população é vitimada por transtornos engendrados por ventos fortes a elas associadas.

As regiões mais afetadas por problemas deflagrados por eventos atmosféricos são as de Caetetuba e arredores e a região central, que corresponde ao centro histórico e onde o núcleo urbano de Atibaia teve origem.

Analisando somente os dados sobre a ocorrência e os problemas gerados por ventos intensos, fica evidente essa vulnerabilidade principalmente da população de baixa renda. Porém, em Atibaia, independente do extrato social, os bairros apresentam algum grau de suscetibilidade a ventos intensos, o que demonstra que toda a população está sujeita em algum grau, a problemas deflagrados por condicionantes atmosféricos.

Um fato muito positivo a ser apontado foi a inexistência de óbitos. Não obstante, ainda que esse tipo de informação não tenha sido coletado, certamente os problemas vivenciados oneram sobremaneira o município, especialmente nos meses mais chuvosos, que também correspondem aos de férias escolares, quando no município o afluxo de turistas, que se constituem em importante fonte de renda.

Assim, a análise dos dados permite constatar que a hipótese levantada quando da elaboração do projeto desse trabalho, está se confirmando, ou seja: o maior número de ocorrências de risco se deve a problemas de falta planejamento e infraestrutura inadequada para o escoamento das águas pluviais.

Como em outros municípios brasileiros, em Atibaia, o processo de urbanização se deu em alguns setores de forma desordenada, apesar de seu forte apelo turístico. As áreas menos sujeitas aos problemas deflagrados por precipitações são as que apresentam melhor infraestrutura. Parte da população, principalmente a de baixa renda, tem sido deslocada para áreas de risco a uma série de problemas ambientais, tais como várzeas de rios e encostas.

Com isso, uma parcela crescente dessa população fica vulnerável diante dos problemas deflagrados por situações atmosféricas, mesmo não extremas.

Conforme demonstrado, não está ocorrendo um aumento de eventos extremos que têm maior potencial para deflagrar catástrofes, mas, sim, uma ocupação de forma desordenada de áreas de risco por parte da população urbana. Entretanto, destaca-se que eventuais ocorrências de precipitações extremas, que fazem parte de qualquer regime climático, poderiam afetar o município de forma bastante dramática. Mudanças climáticas que alterariam o padrão de distribuição das precipitações também aumentariam os problemas do quadro que se configura no município.

Fica claro que, em Atibaia, os eventos de vento, assim como as chuvas intensas, não são a causa dos problemas, mas sim os deflagradores. Compreende-se que o problema não está relacionado só com os eventos deflagradores em si, mas sim na conjugação de questões de ordem física e social.

A desestruturação que ocorre nesse e em outros municípios paulistas requer a consideração de componentes físicas e sociais e proposição de medidas estruturais (como obras de engenharia e acompanhamento sistemático de situações meteorológicas), avaliação histórica dos eventos, estudos hidrológicos e geomorfológicos, análise dos impactos econômicos advindos das consequências negativas promovidas por condições de tempo atmosféricas e planos de ação com medidas antes, durante e após o registro de calamidades. A variabilidade temporo-espacial das precipitações sublinha que a cidade demanda alerta constante.

Cabe ao poder público tomar medida tanto de ordem estrutural (obras de engenharia), como social, realocando a população que reside em áreas de risco, que moram em casas sem a mínima estrutura. Além disso, o poder público deve fazer levantamento de eventos já ocorridos, para assim poder elaborar planos a curto e médio prazo para minimizar no futuro problemas que venham a ser deflagrados não só por ventos intensos, mas eventos advindos de fenômenos atmosféricos.

## 10 - Bibliografia

BARBOSA, J.P.M. **Avaliação de técnicas empíricas e estatísticas de identificação de extremos de precipitação para o litoral paulista e entorno.** Dissertação de mestrado – Instituto de Geociências, Campinas: Unicamp, 2007.

CANDIDO, D.H. **Inundações no município de Santa Barbara d'Oeste, SP: condicionantes e impactos.** Dissertação de mestrado – Instituto de Geociências, Campinas: Unicamp, 2007.

CASTELLANO, M.S; SILVA, C.M.P; NUNES, L.H. **Impactos de precipitações extremas em meio urbano: os casos de Campinas e Atibaia.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRÁFICA FÍSICA APLICADA, 13, 2009, Viçosa, MG, 12 p. (CD ROM).

CONTI, J. B. **História de Atibaia.** Atibaia: Editora Grossi, 2001.

HOGAN, D. J. et al. **Urbanização e Vulnerabilidades Socioambientais Diferenciadas: O caso de Campinas.** 2000. Disponível em: <http://www.abep.nepo.unicamp.br/docs/anais/pdf/2000/todos/ambt152.pdf>. Acessado em 07/09/2011.

HOGAN, D. J.; MARANDOLA Jr, E. **Para uma conceituação interdisciplinar da vulnerabilidade.** In: CUNHA, J. M. P. da (org.). **Novas Metrôpoles Paulistas – População, Vulnerabilidade e Segregação.** Campinas: Núcleo de Estudos de População – Nepo/Unicamp, 2006.

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change. **Climate Change 2007: Impacts, adaptation and vulnerability.** Cambridge: Cambridge University Press, 2007. Disponível em [www.cambridge.or](http://www.cambridge.or) (acessado em 06/09/2011).

LIEBMANN, B.; JONES, C.; CARVALHO, L.M.V. de. Interannual variability of daily extreme precipitation events in the State of São Paulo, Brazil. **Journal of Climate**, v.14, p. 208-218. 2001.

MALVESTIO, L. M.; NERY, J. T. **Análise da precipitação pluvial no município de Campinas (SP), em diferentes escalas**. Geografia, V. 16, n. 1, jan/jun 2007.

MONTEIRO, C.A. de F., MARKUS, E., MARKHAN, C.F.G. Comparação da pluviosidade nos estados de São Paulo e Rio Grande do Sul nos invernos de 1957 e 1963. **Instituto de Geografia**, São Paulo, 5p. 1971.

MONTEIRO, C.A. de F. **O clima e a organização do espaço no estado de São Paulo: problemas e perspectiva**. São Paulo: USP, 1976.

MONTEIRO, C.A. de F. **Teoria e clima urbano**. In: MONTEIRO, C.A. de F.; MENDONÇA, F. (orgs). **Clima Urbano**. São Paulo: Contexto, 2003. p. 9–67.

MONTEIRO DA COSTA, P. S. **Relações entre a neotectônica e o coluvionamento no município de Atibaia (SP)**. Dissertação de Mestrado – Instituto de Geociências, Campinas: Unicamp, 2005.

NUNES, L. H.; LOMBARDO M. A. **The impact of the warming process of the tropical Atlantic on the rainfall in the state of São Paulo, Brazil**. Ciência e Cultura: Journal of the Brazilian Association for the Advancement of Science. Volume 52, 2000. p. 45-48

Plano Diretor de Atibaia, 2006. Disponível em <http://www.atibaia.sp.gov.br> (acessado em agosto de 2010).

SANT'ANNA NETO, J.L. **As chuvas no Estado de São Paulo: contribuição ao estudo da variabilidade e tendência da pluviosidade na perspectiva da análise geográfica**. Tese de Doutorado – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas. São Paulo: USP, 1995.

SCHRÖDER, R. Precipitações no Estado de São Paulo. Campinas, **Bragantia**, v. 15 n.18, p. 194-249, 1958.

SILVA, C.M.P. da. **Impactos causados por precipitações na cidade de Atibaia – SP**.

Monografia de conclusão de curso, Instituto de Geociências, Campinas: Unicamp, 2008.

SILVA, W.S. da. **Identificação de unidades ambientais no município de Atibaia – SP.** Dissertação de Mestrado – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas. São Paulo: USP, 2000.

SMITH, K. **Environmental hazards-assessing risk & reducing disaster.** Routledge: London, 2004.

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

TREMBERTH. K. E. **Potencial impacts of climate change on precipitation.** Disponível em: [http://www.meto.union.de/mitarbeiter/olga/Orals/monday\\_1/kevin\\_trenberth.ppt#636,1Slide1](http://www.meto.union.de/mitarbeiter/olga/Orals/monday_1/kevin_trenberth.ppt#636,1Slide1), consultado em março de 2011.

VICENTE, A.K. **Eventos extremos de precipitação na Região Metropolitana de Campinas.** Dissertação de mestrado – Instituto de Geociências, Campinas: Unicamp, 2005.

XAVIER, T. de M.B. Tempo de Chuva. **Estudos Climáticos e de Previsão para o Ceará e Nordeste Setentrional.** Fortaleza: ABC Editora, 2001.

XAVIER, T. de M.B.; XAVIER, A.F.S., ALVES, J.M.B. **Quantis e eventos extremos – Aplicações em Ciências da Terra e Ambientais.** Fortaleza: RDS Gráfica e Editora Ltda. 2007.

## 11- Bibliografia Consultada

AMORIM, M.C.C.T. **O clima urbano de Presidente Prudente**. Tese de Doutorado – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo: São Paulo, 2000.

ARAKI, R. **Vulnerabilidade associada a precipitações e fatores antropogênicos no município de Guarujá (SP): período de 1965 a 2001**. Dissertação de mestrado – Instituto de Geociências, Campinas: Unicamp, 2007.

BLESSMANN, J. **Acidentes causados pelo vento**. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS, 2001.

BURTON, I.; KATES, R.W.; WHITE, G.F. **The environmental as hazard**. New York: Guilford, 1993.

CARVALHO, A.; ROTTA C.L. Estudos das formações superficiais do município de Atibaia – SP. **Boletim Paulista de Geografia**, 49. São Paulo, 1974. p. 5 – 22.

FERREIRA, A.G. **Meteorologia Prática**. São Paulo: Oficina de Texto, 2006.

SEDEC – Secretaria Nacional de Defesa Civil. Disponível em <<http://www.defesacivil.gov.br/index.asp>>. Acessado em maio de 2009.

GALVANI, E. **El Niño-Oscilação Sul (ENOS) e seus efeitos na variação das chuvas na cidade de Piracicaba-SP**, 1995. Dissertação de mestrado – ESALQ, Piracicaba, : 1995.

GONÇALVES, N.M. dos. **Impactos pluviais e desorganização do espaço urbano em Salvador**. In:

MONTEIRO, C.A de F; MENDONÇA, F. (orgs). **Clima Urbano**. São Paulo: Contexto, 2003. p. 69 – 91.

LUTGENS, F.K.; TABURCK, E.J. **The atmosphere**. New Jersey: Prentice Hall, 2007.

O Atibaense. (Consultado entre maio e agosto de 2011).

- MAIA, D.C. **Impactos pluviiais na área urbana de Ribeirão Preto – SP**. Tese de Doutorado – Instituto de Geociências e Ciências Exatas. Rio Claro: UNESP, 2007.
- MENDONÇA, F. **Clima e planejamento urbano em Londrina**. In: MONTEIRO, C.A. de F.; MENDONÇA, F. (orgs). **Clima Urbano**. São Paulo: Contexto, 2003. p. 93– 20.
- MENDONÇA, F. **O estudo do clima urbano no Brasil**. In: MONTEIRO, C.A. de F.; MENDONÇA, F. (orgs). **Clima Urbano**. São Paulo: Contexto, 2003. p. 175–192.
- NUNES, L.H. Pluviosidade **no município de São Sebastião e entorno – associação com a evolução da sua ocupação**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA, 5, 2002, Curitiba, PR. Contribuições científico-técnicas Curitiba, 2002, p. 118-130 (CD).
- NUNES, L.H. **Impacto Pluvial na Serra do Paranapiacaba e Baixada Santista**. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Filosofia Ciências e Letras, USP, 1990.
- NUNES, L.H. Critérios **para a definição de eventos extremos – estudo de caso para o litoral central paulista**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA, 8, 2008, Alto Caparaó, MG, p. 295-311 (CD ROM).
- NUNES, L.H. O papel da mídia na difusão da informação climática: o El Niño de 1997-98. **Geografia**, Rio Claro, v.32, n.1, p. 29-50. 2007.
- OLIVER, J.E.; HIDORE, J.J. **Climatology an atmospheric science**. New Jersey: Prentice Hall, 2002.
- PELLING, M. **Natural disasters and development in a globalizing world**. London: Routledge. 2006.
- ROSEGHINI, W.F.F. **Ocorrências de eventos climáticos extremos e sua repercussão sócio-ambiental no litoral norte paulista**. Dissertação de Mestrado – Faculdade de Ciência e Tecnologia, Presidente Prudente: UNESP, 2007.
- ROSS, J.L.S. **A sociedade industrial e o ambiente**. In: ROSS, Jurandyr Luciano Sanches (org). **Geografia do Brasil**. São Paulo: Edusp, 2005. p. 215–225.

SALVI, L.L. **Tipologia climática do Estado de São Paulo segundo técnicas de quantificação.** In: Revista Brasileira de Geografia, ano VIII nº 1: Rio de Janeiro, 1946. p. 3-70.

SANTOS, M.J.Z. dos. **Mudanças climáticas no Estado de São Paulo.** In: Geografia, v 21, nº 2: Rio Claro, 1996. p.111–172.

SECRETARIA DOS SERVIÇOS E OBRAS PÚBLICAS / DAEE/ CTH. **Atlas pluviométrico do Estado de São Paulo.** São Paulo, 1972, 17p.

SETZER, J. **A distribuição normal das chuvas no estado de São Paulo.** In: Revista Brasileira de Geografia, ano VIII, nº 1. Rio de Janeiro, 1946. p. 3 – 70.

SOUZA, L.B. e Chuvas e Escorregamentos na Região Noroeste da Área Urbana de Juiz de Fora – MG: uma abordagem genética em Climatologia. Dissertação de Mestrado – UNESP. Rio Claro, 2003.

## **12 - Sítios especializados na internet**

**ANA – Agência Nacional de Águas** - <http://www.ana.gov.br> (acessado em março de 2008).

**CLIMATE RESEARCH UNIT (CRU)** – <http://www.cru.uea.ac.uk>. (acessado em março de 2008).

**DAEE – Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo** - <http://www.daee.sp.gov.br> (acessado em março de 2008).

**Emergency Disasters Database (EM-DAT)** – [www.emdat.be](http://www.emdat.be) (acessado em maio de 2011)

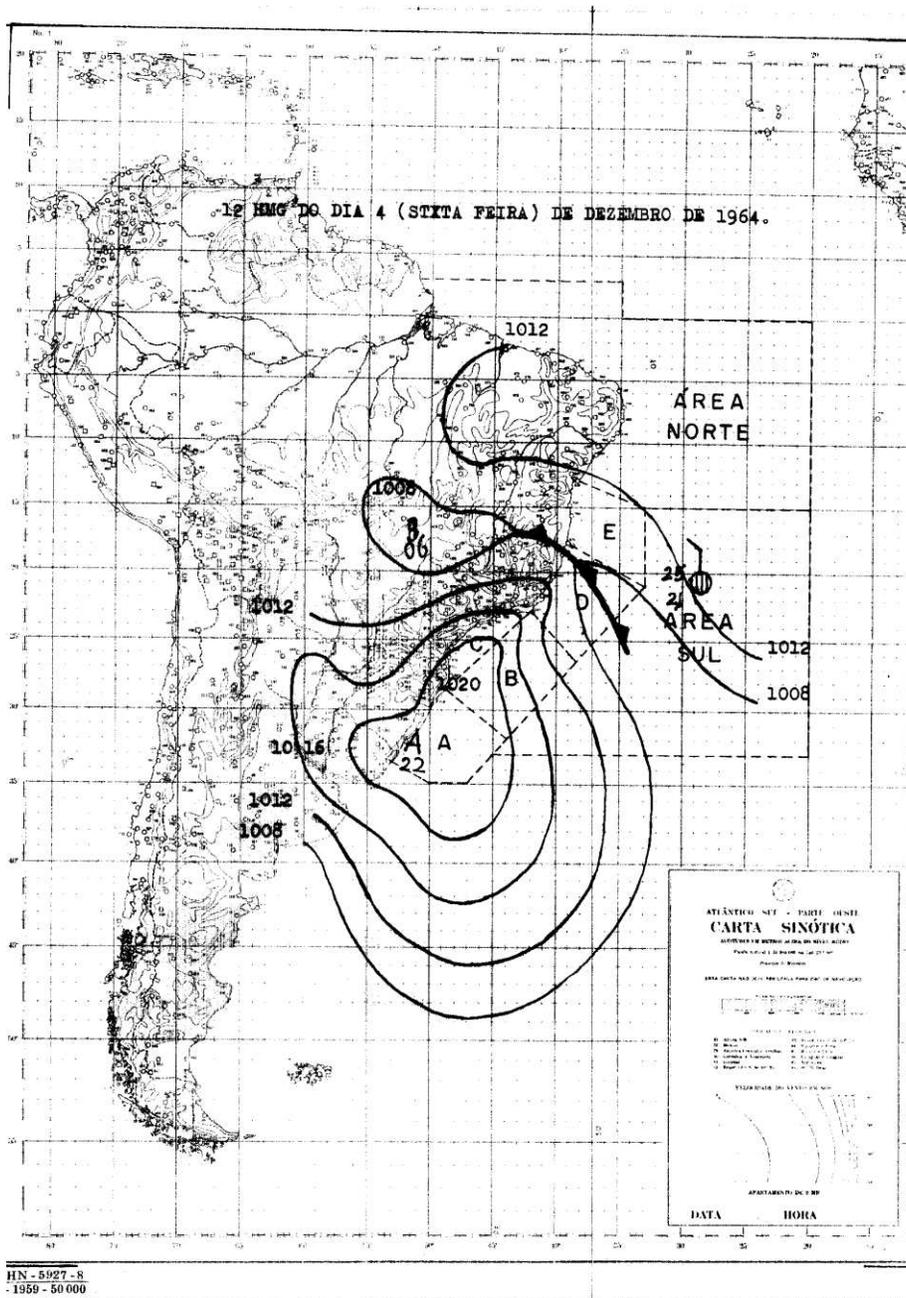
**IAC – Instituto Agronômico de Campinas** - <http://www.iac.sp.gov.br> (acessado em março de 2008)

**IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística** - <http://www.ibge.gov.br> (acessado em março de 2011)

**Prefeitura da Estância de Atibaia** - <http://www.atibaia.sp.gov.br> (acessado em agosto de 2010)

**SEADE - Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados** - <http://www.seade.sp.gov.br> (acessado em março de 2011).

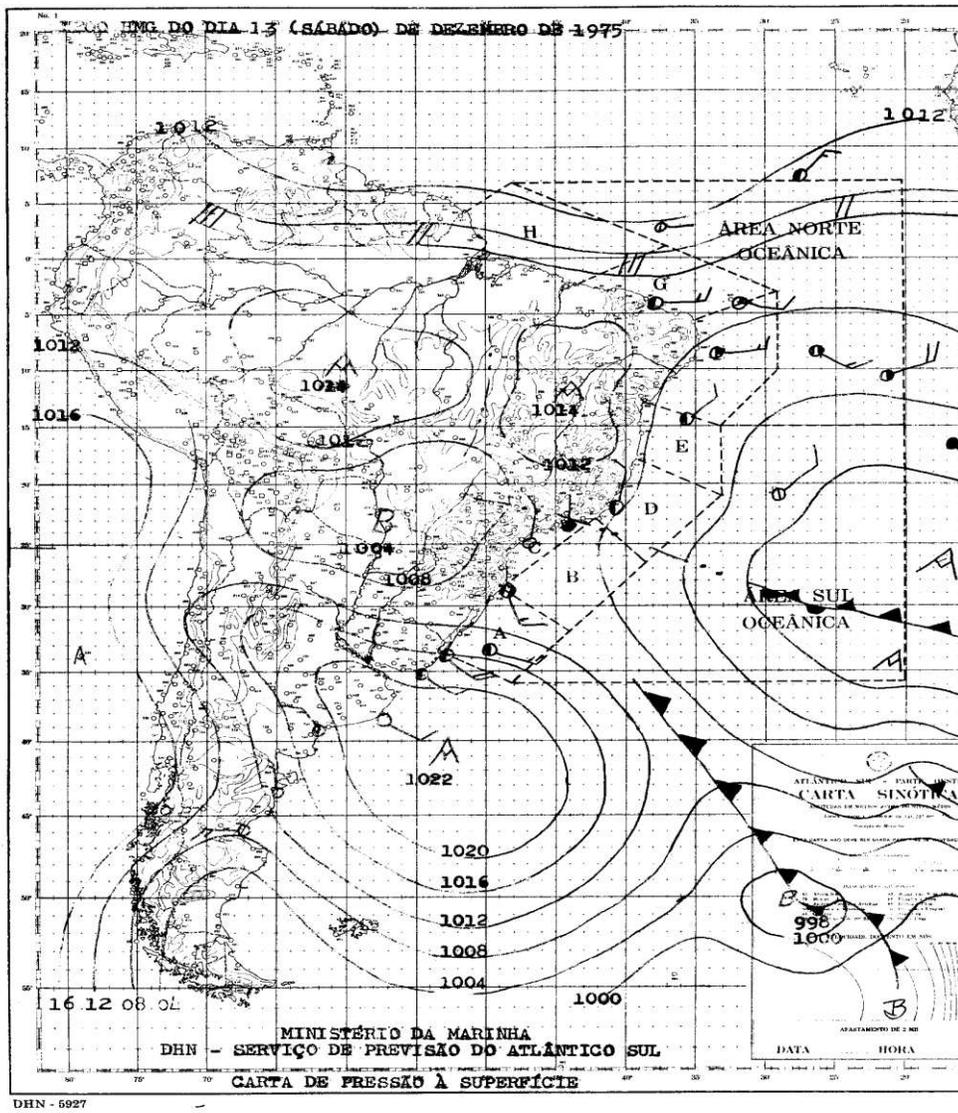
Anexo 1: Carta Sinótica da Marinha com as condições atmosférica para o dia 04/12/1964.



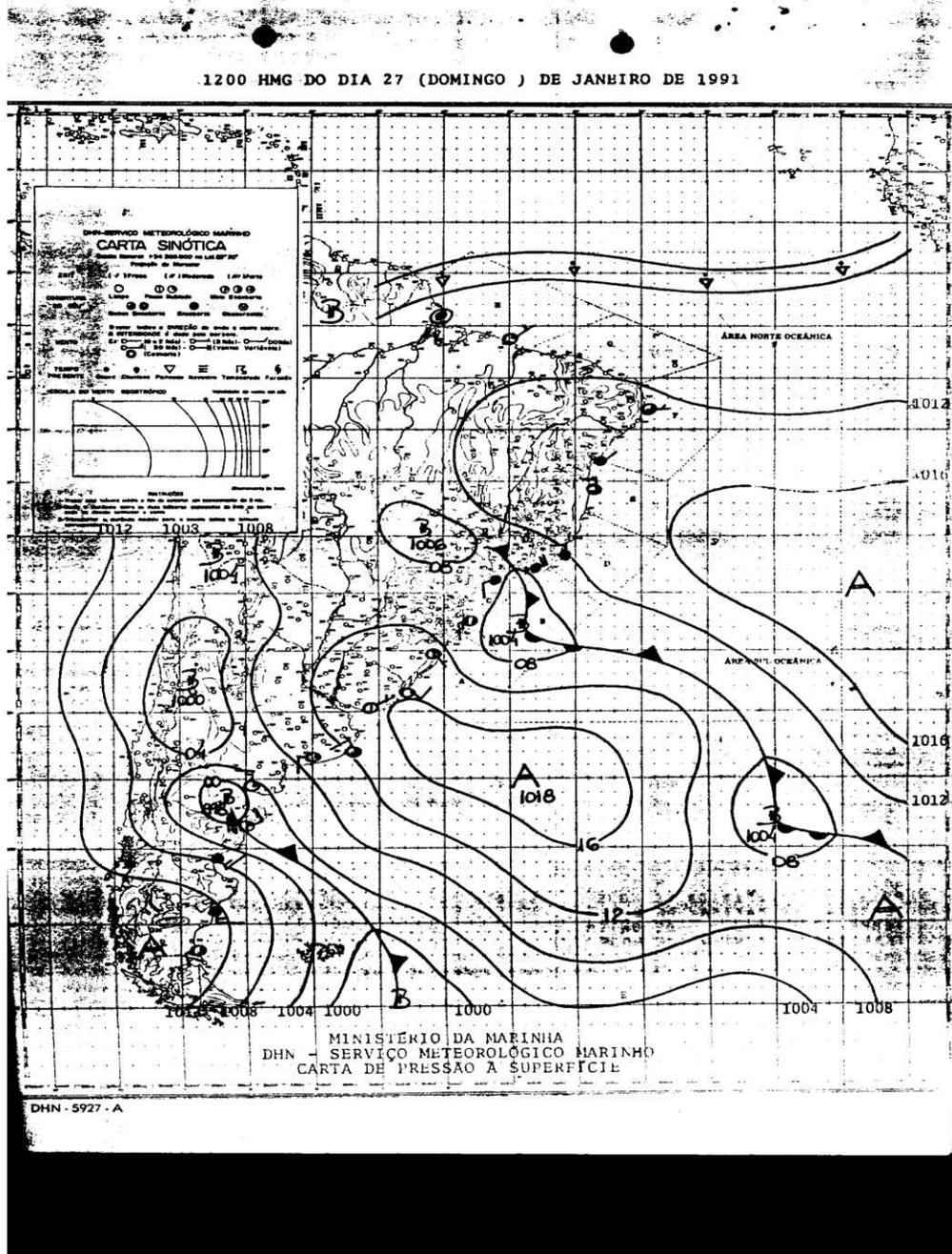
7



Anexo 3: Carta Sinótica da Marinha com as condições atmosférica para o dia 13/12/1975.



Anexo 4: Carta Sinótica da Marinha com as condições atmosférica para o dia 12/09/1990.



Anexo 5: Carta Sinótica da Marinha com as condições atmosférica para o dia 25/05/2005.

