

## CONDICIONANTES FÍSICOS E IMPACTOS DOS TORNADOS DO FINAL DE MARÇO DE 2006 NO INTERIOR PAULISTA

Luci Hidalgo Nunes\*  
Daniel Henrique Candido\*\*  
et al. \*\*\*

### RESUMO:

O estudo avaliou as condições atmosféricas que propiciaram a ocorrência de tornados em 29 de março de 2006 em Piracicaba e Santa Bárbara d'Oeste, assim como as características físicas dos locais. Levantou, ainda, os impactos causados em fontes diversas da imprensa, prefeituras e defesa civil, e por meio de questionários, a percepção da população. Em Santa Bárbara d'Oeste foram 15 pessoas feridas, 1 óbito, inúmeros desabrigados, e vultosos prejuízos. Em Piracicaba o prejuízo estimado na área urbana foi de R\$ 1,5 milhão, além de 350 mil toneladas de cana-de-açúcar tombada; os ventos atingiram no mínimo 158 km/h, afetaram serviços públicos e danificou cerca de 3% das árvores. A análise das notícias possibilitou um reconhecimento geral das dimensões do fenômeno, mas foram detectadas inúmeras informações que não procedem. De modo geral a percepção dos moradores correspondeu à realidade física do fenômeno. As respostas levam à inferência de maior ocorrência de fenômenos semelhantes em Santa Bárbara d'Oeste.

### PALAVRAS-CHAVE:

Tornados; Condições sinóticas; Mídia; Percepção.

### ABSTRACT:

The study evaluated the atmospheric conditions that generated some tornadoes on 29 March 2006 in Piracicaba and Santa Bárbara d'Oeste, as well as the physical characteristics of the areas. It also collected the impacts in several sources, including media, municipalities and civil defense, and by application of questionnaires, the perception of the local population. In Santa Bárbara d'Oeste there were 15 people injured, one death, many displaced people and high loses. In Piracicaba loses in the urban area were estimated in R\$ 1,5 million, besides 350 thousand of Ton of sugar cane that fell down; wind speed reached at least 158 km/h, affecting public services, and damaged around de 3% of the trees. By the analysis of the news it was possible to recognize the general dimension of the phenomenon, but several inconsistent information were detected. In general, the perception of the population corresponded to the physical reality of the phenomenon. By the responses one can infer that Santa Bárbara d'Oeste experienced more registers of similar phenomena.

### KEY WORDS:

Tornadoes; Synoptic conditions; Media; Perception.

### 1. Introdução

Tornados são os mais intensos vórtices registrados na atmosfera, estando associados a condições altamente instáveis, com

consideráveis gradientes de pressão em distâncias de poucos metros. Ocorrem em uma grande variedade de tamanhos e formas, podendo durar de poucos minutos a até mais de uma hora (AGUADO E BURT, 1999), o que

\*Docente do Departamento de Geografia da UNICAMP e Coordenadora do LECLIG (Laboratório de Estudos Climáticos do Instituto de Geociências/ UNICAMP). E-mail: leclig@ige.unicamp.br

\*\* Pós graduando do Programa de Geografia do IG/UNICAMP e membro do LECLIG

\*\*\* Participaram também da pesquisa e são co-autores deste artigo: ARAKI, Ricardo; BARBIN, Nícia Beatriz Cruz Barduchi; CASTELLANO, Marina Sória; COLLAÇO, Marina Martins; SANTOS, Flávio Renato Nascimento; VICENTE, Andréia Koga.

dificulta suas generalizações e, assim, classificações.

Eles se desenvolvem em diferentes situações atmosféricas que produzem condições severas de tempo, como frentes, complexos convectivos de mesoescala, ciclones tropicais e supercélulas – esse último mecanismo gerador dos tornados mais destrutivos. Porém, as condições atmosféricas que propiciam a evolução desses sistemas para um tornado não são totalmente conhecidas, e muitas vezes elas são reforçadas por parâmetros específicos de superfície, como configuração do relevo, presença de corpos hídricos e vegetação. Com isso, determinadas áreas do globo estão mais sujeitas ao registro dessas perturbações atmosféricas, como a planície central americana<sup>1</sup>, ou mesmo o setor oriental da América do Sul, onde tais fenômenos têm sido percebidos com maior frequência em anos recentes.

Deve-se assinalar que o aparente aumento global no registro de tornados em anos recentes poderia ser de fato real ou não. No primeiro caso, mais eventos estariam relacionados ao aquecimento global do planeta<sup>2</sup>, tendo em vista que a elevação da temperatura traria por consequência uma atmosfera mais instável e, com isso, haveria maior registro de perturbações associadas, como furacões, ciclones extratropicais e tornados (WEBSTER *et al.*, 2005). Deve-se lembrar, também, que o aumento e o espraiamento da população mundial em anos recentes fizeram com que esses eventos pudessem ser cada vez mais percebidos pela população. Além disso, seus registros foram facilitados pelo aumento na quantidade e qualidade de máquinas fotográficas e filmadoras, que permitiram maior documentação dos fenômenos atmosféricos (MARCELINO *et al.*, 2006). É importante reforçar que tais fatos podem estar conjugados: real aumento de tornados em associação com a maior percepção e registro desses fenômenos por parte da população.

Tendo em vista que essas ocorrências são altamente destrutivas, a comunidade científica tem dedicado maior atenção ao estudo de seus condicionantes físicos e dimensões humanas associadas. Uma parte substancial dos estudos foi empreendida para os Estados Unidos, mas na América do Sul, notadamente no Brasil, algumas investigações começam também a aparecer. Marcelino e Nunes (inédito), lembram que a base de dados dos Estados Unidos remonta a 1916 e para o Brasil, algumas tentativas têm sido empreendidas para levantar, avaliar e sistematizar os registros de tornados. Nechet (2002) fez um levantamento de diversos episódios registrados em vários estados da federação. Oliveira (2000) e Marcelino (2004, 2006), vêm avaliando esses eventos em termos de condições propícias para a sua formação e danos causados, com destaque para o estado de Santa Catarina. Marcelino, Marcelino e Nunes (2006) avaliaram o evento em Muitos Capões, RS. em agosto de 2005.

No interior do estado de São Paulo a ocorrência desse fenômeno está longe de ser inédita, como atestam os eventos em Itu (1992), Campinas (1997), Sumaré e vizinhanças (2001), Lençóis Paulista e Palmital (2004), Indaiatuba, Iaras e Capivari (2005), Piracicaba (2005) e Ribeirão Preto (2006)<sup>3</sup>. Nesse estado da federação alguns esforços têm sido dirigidos para a determinação da capacidade dos modelos meteorológicos predizerem, com antecedência de alguns dias, o surgimento de condições atmosféricas favoráveis para a geração de eventos severos que possam se configurar em tornados, e assim alimentarem sistemas de alertas (HELD *et al.*, 2005; HELD *et al.* 2006).

O presente estudo avaliou as condições atmosféricas específicas que produziram tornados em Santa Bárbara d'Oeste e Piracicaba em março de 2006, em associação com as características físicas do local. Também foi feito um levantamento da repercussão do fenômeno a partir de trabalhos de campo cobrindo as áreas atingidas (29/03, 27/04, 05/05 e 08/06)

com vistas a avaliar *in loco* a trilha da destruição, com mapeamento dos setores afetados e observação dos tipos de danos causados pelos episódios de forma a categorizá-los, bem como a rapidez da atuação dos órgãos públicos. Por ocasião dos trabalhos de campo foram estabelecidos contatos com as prefeituras municipais de Piracicaba e Santa Bárbara d'Oeste, que forneceram várias informações relevantes para este estudo. O corpo de bombeiros de Santa Bárbara d'Oeste também enviou informações valiosas relativas aos atendimentos feitos entre 29 de março e 11 de abril, com detalhes de hora, local e características das ocorrências. A equipe fez vários registros fotográficos e tomou o depoimento dos moradores locais a partir de questionários aplicados em 13/04/2006 em Santa Bárbara d'Oeste e 20/04/2006 em Piracicaba (30 questionários em cada município). Dados adicionais quanto à natureza do evento foram obtidos por consulta em diversos órgãos da imprensa, o que permitiu, também, avaliar a qualidade da informação veiculada.

## **2. O evento de 29 de março de 2006**

No final da manhã de 29 de março de 2006 ventos fortes e destrutivos foram registrados em vários municípios da porção leste do interior do estado de São Paulo. Os efeitos foram particularmente sentidos em Piracicaba e Santa Bárbara d'Oeste, deixando um rastro de destruição: casas destelhadas, muitas árvores arrancadas, tombadas ou danificadas, bens diversos total ou parcialmente destruídos e a população preocupada.

Os danos verificados pela pesquisa de campo, a velocidade dos ventos (158 km/h registrado na estação da Esalq – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, USP em Piracicaba), os altos montantes pluviométricos de algumas estações próximas, o padrão espacial do episódio e o acompanhamento da situação sinótica, não deixam dúvidas de que se tratou de fato de eventos de tornado, de

intensidade F1<sup>4</sup>, ainda que alguns órgãos de imprensa e centros de pesquisa tenham sido mais conservadores, registrando o evento como um vendaval ou até um ciclone - este último pouco consistente, dada a localização do evento e suas características em termos de sua rapidez, efemeridade e pequena abrangência espacial. Os depoimentos dos moradores e as informações levantadas pela imprensa auxiliaram, também, a identificação das características do fenômeno.

Muitos moradores procuraram abrigos e deliberadamente se distanciaram de janelas ou portas, o que certamente contribuiu para que o número de feridos e mortos não fosse significativo, mas impediu maiores informações a respeito do desenvolvimento do fenômeno.

### **2.1. Repercussão em Santa Bárbara d'Oeste**

Os trabalhos de campo revelaram a ocorrência de três tornados: o primeiro atingiu bairros urbanos e rurais por volta das 11.30h.; o segundo afetou o bairro Nova Conquista e o terceiro, canaviais e um clube privado. A Figura 1 mostra a trilha dos dois primeiros tornados. O registro de tornados simultâneos não é incomum, tendo ocorrido recentemente no episódio de Criciúma (NASCIMENTO E MARCELINO, 2005). Porém, o caso mais famoso é a clássica seqüência de 148 tornados em 16 horas registrados em 13 estados do setor leste dos Estados Unidos e também no Canadá, em 3 e 4 de abril de 1974 (OLIVER e HIDORE, 2002; LUTGENS e TARBUK, 2007).

No caso do primeiro tornado, que afetou as zonas urbana e rural, o mapeamento revelou uma trajetória retilínea, com um setor mais intensamente afetado e outro adjacente nas bordas, comprometido secundariamente. Sua passagem acompanhou claramente o Ribeirão dos Toledos, de onde tirou sua energia. Um tornado registrado em 25 de abril de 2004 no

município de Lençóis Paulista também acompanhou o curso dos rios.

Entre os danos observados estão árvores arrancadas a partir da raiz ou retorcidas em alturas diversas, sendo notado que espécies similares nas proximidades, mas fora do rastro principal, permaneceram intactas. O evento danificou, também, várias edificações, que foram total ou parcialmente destelhadas e postes de iluminação foram partidos. Nas áreas adjacentes a esses locais mais atingidos foi reportado registro de ventos fortes que chegaram a provocar destelhamento; porém, não se configuraram como ocorrências tornádicas.

Os moradores disseram que o dia amanheceu nublado, mas não houve nenhum tipo de prenúncio do que iria acontecer a partir das 11.00h, com aumento súbito da intensidade do vento. Repentinamente o céu tornou-se muito escuro, a visibilidade caiu e houve interrupção de energia elétrica em muitos bairros por várias horas, motivados por queda de postes e da fiação, sendo que em alguns locais a energia somente foi restituída após alguns dias. Os entrevistados citaram a ocorrência de chuvas fracas, mas sempre enfatizando que o grande problema foi o registro de fortes ventos. Na área rural, que passava por relativa estiagem, essas chuvas

foram descritas como algo positivo. Após o término do fenômeno, as condições atmosféricas se estabilizaram e as chuvas cessaram.

O segundo evento seguiu um canal e, de acordo com o depoimento de moradores, deslocou-se verticalmente<sup>5</sup> atingindo residências mais afastadas do entalhe do vale, alterando sua direção.

O terceiro tornado ocorreu em um setor rural. No trabalho de campo observou-se que a cana-de-açúcar encontrava-se envergada e em um clube restrito nas proximidades foram verificados destelhamento, queda de árvores e retorcimento de metais.

A prefeitura decretou estado de emergência por 240 dias. Os prejuízos foram vultosos e cerca de um mês depois eram ainda visíveis os estragos, especialmente no perímetro rural.

Informações fornecidas pelo Corpo de Bombeiros do município revelam diversos atendimentos relativos a desabamento de edificações (5), cortes de árvores caídas em vias públicas, edificações comprometidas (39), poda de galhos (2) e vistorias técnicas em árvores (5) e edificações (1). Foram 15 feridos e um óbito.



Figura 1 – Rota dos tornados em Santa Bárbara d'Oeste (elaborado por Daniel Henrique Candido)

## 2.2. Repercussão em Piracicaba

O evento atingiu o município pouco antes do meio dia e a população percebeu-o como muito atípico, com ventos fortes e ruidosos e chuva intensa, reduzindo sobremaneira a visibilidade. O número de árvores caídas foi considerável; segundo levantamento efetuado pelas notícias publicadas em diários diversos correspondeu a mais de 3% do total da cidade – apenas no campus da Esalq, foram aproximadamente 500 árvores caídas e outras 400 no campus Taquaral da UNIMEP (Universidade Metodista de Piracicaba). A prefeitura registrou 319 atendimentos de diversas naturezas, a maioria para

corte de árvores que dificultavam a circulação e punham em risco patrimônios e a população. Segundo a imprensa local, foi decretado Estado de Emergência por 60 dias e os prejuízos urbanos foram na ordem de R\$1.500.000,00. A produção de cana-de-açúcar foi prejudicada, com 350 mil toneladas tombadas. Alguns prejuízos são de estimativa mais difícil: no campus da Esalq, por exemplo, o fenômeno quebrou estufas, destelhou laboratórios e molhou equipamentos, comprometendo o andamento de diversas pesquisas. Dados de precipitação da estação meteorológica da Esalq indicaram ventos muito fortes, que atingiram o limite máximo do

equipamento, de 158 km/h, e 30,0 mm de precipitação.

A Figura 2 mostra a rota do tornado em Piracicaba.

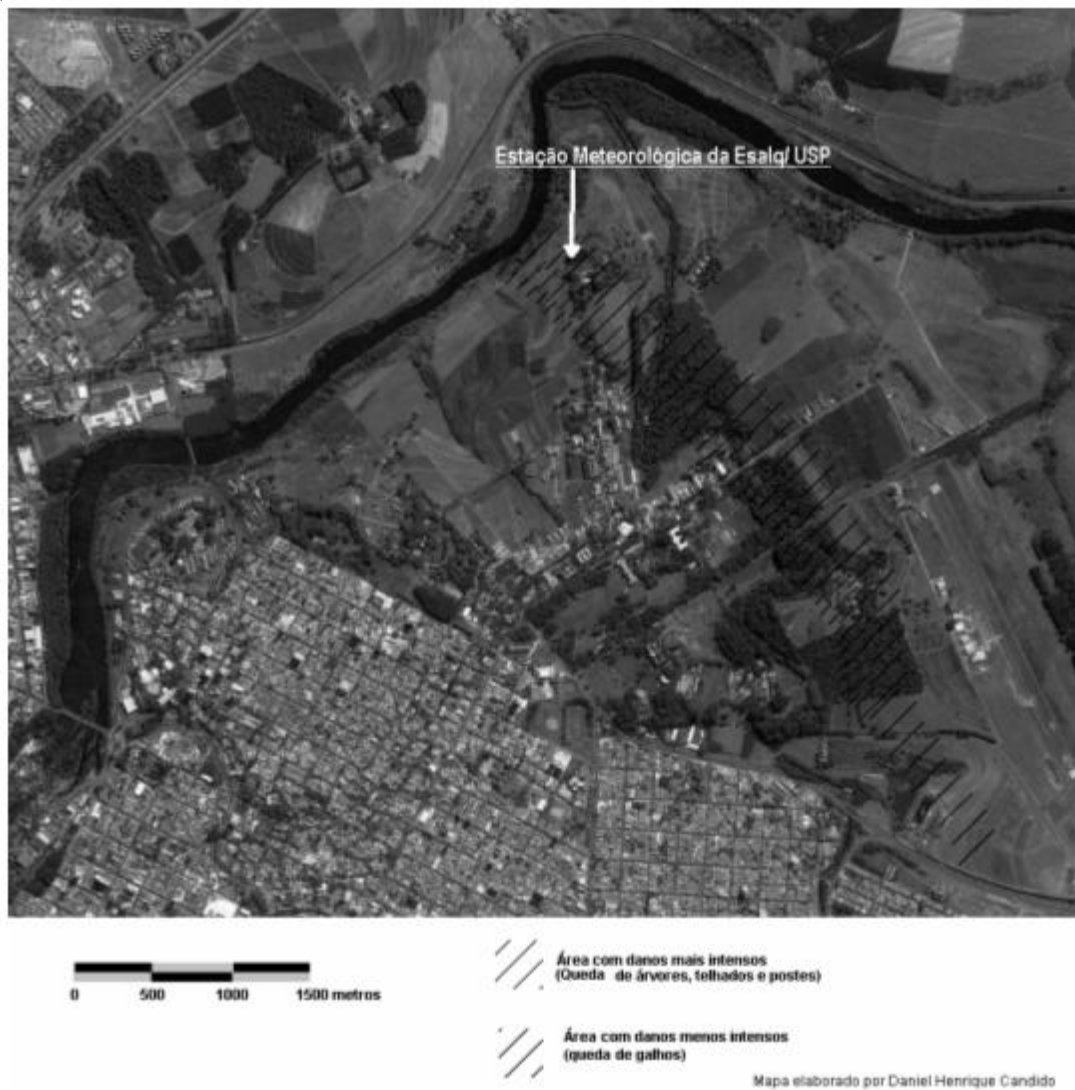


Figura 2 – Rota do tornado em Piracicaba (elaborado por Daniel Henrique Candido)

A grande energia envolvida no evento é observada pelos efeitos retratados nas Figuras 3a a 3h. Os postes derrubados em sentidos opostos da Figura 3d evidenciam o movimento

rotacional dos ventos. Essa rotação também é percebida pela torção dos troncos de árvores nas Figuras 3b e 3f, ou pela estrutura de metal exposta na fratura do poste da Figura 3a. As

Figuras 3c, 3e e 3h atestam que a força do vento foi grande, pois carregou para longe estruturas (3c) e lançou um galho que atravessou o vidro de um veículo<sup>1</sup>. A Figura 3g mostra a sucção dos vidros das janelas de uma igreja em direção ao

seu interior, o que revela um gradiente de pressão importante dentro e fora dessa edificação (poucos vidros foram quebrados, contribuindo para a diferença de pressão).





Figuras 3a a 3h – Danos provocados pelos tornados em Santa Bárbara d'Oeste (3a,3c,3d e 3f, 3g.e 3h) e Piracicaba (3b e 3d) (Fotos: equipe do LECLIG)

### 2.3. Efeitos em cidades vizinhas

Ventos associados ao avanço do sistema frontal foram também sentidos em cidades vizinhas (Anexo 1).

Em Americana, 70% de barracos de um assentamento do MST foram destruídos

pelos fortes chuvas e ventos. A Defesa Civil estimou a queda de 300 árvores, muitos destelhamentos e danos em veículos em diversos pontos da cidade. Houve, também, queda de energia, e inúmeras atividades foram comprometidas por algumas horas.



Em Pedreira e Jaguariúna as chuvas concentradas em horário de grande atividade causaram transtornos, com pontos de alagamento e impossibilidade de circulação em vias públicas. A queda de um muro matou mãe e filha que se dirigiam à escola.

Em Nova Odessa houve quedas de árvores, destelhamentos, pontos de alagamento e interrupção de energia, e várias pessoas que tiveram suas casas afetadas sofreram escoriações leves.

Em Campinas o evento foi percebido como um temporal que fez escurecer a cidade por volta do meio-dia. A Defesa Civil municipal atendeu 62 ocorrências. Foram derrubadas 40 árvores, houve inundações em alguns pontos da cidade e falta de energia elétrica por alguns minutos.

Na capital paulista os efeitos foram sentidos na forma de precipitação intensa (das 0 às 9.00h, 45,4 mm no posto do Mirante de Santana, na zona norte), tendo sido registrados 38 pontos de alagamento e transbordamento de ribeirões e córregos.

### **3. Análise do evento**

#### **3.1. Características atmosféricas e orfológicas da área atingida**

O registro de tornados está relacionado a distúrbios pré-existentes na atmosfera e características do meio físico que favoreçam a circulação de sistemas distintos. Essas situações são presentes no setor central do estado de São Paulo, onde atuam com frequência e intensidades distintas massas de ar tropicais e polares, e a influência de outros distúrbios de mesoescala são também presentes, como jatos de baixos níveis que transportam umidade e assim favorecem instabilidades. Em termos morfológicos é a área da Depressão Periférica, com um relevo menos elevado em relação ao seu entorno (Planalto Ocidental e Planalto

Cristalino); tal configuração, mesmo não sendo tão espetacular como o meio-oeste americano ("Corredor dos Tornados"), favorece o encontro de sistemas de origens e características diferenciadas - uma das condições para o advento desses fenômenos. Ainda, o estado é cortado por inúmeros rios no sentido leste-oeste, fato que têm potencial para instabilizar os sistemas.

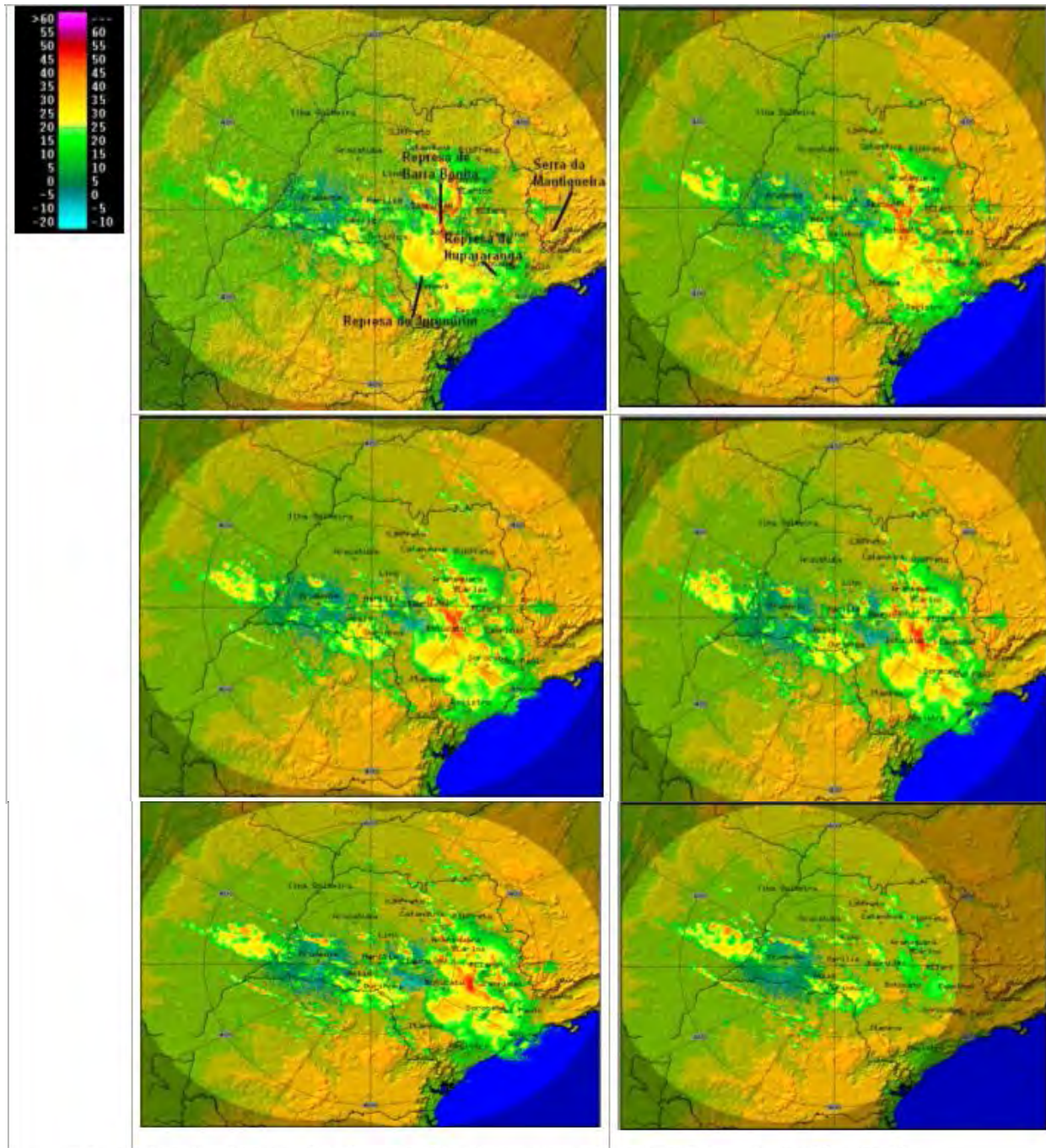
Adicionalmente, em algumas situações mais presentes nas estações do equinócio, a instabilidade é favorecida por distúrbios baroclínicos, fato que apresentaria relação com a ocorrência de tornados (HELD *et al.*, 2006).

#### **3.2. Análise das condições atmosféricas que propiciaram o fenômeno**

##### **3.2.1. Situação sinótica**

Foram analisadas conjuntamente as cartas sinóticas do CPTEC e de pressão ao nível do mar da Marinha, observando a evolução do sistema. Informações referentes à previsão de curto prazo e evolução dos sistemas convectivos - FORTRACC - foram também consideradas, complementadas pela análise das imagens de radar de Bauru e de Presidente Prudente das 9.00 às 12.00h (15 em 15 minutos).

As Figuras 4a a 4e apresentam as imagens dos radares de Presidente Prudente e Bauru, que demonstram que o sistema avançou rapidamente, com fortalecimento ao passar pela calha do Rio Tietê. Essa intensificação associada a corpos d'água é identificada em outras células centradas nas proximidades dos rios Turvo e Jacaré Guaçu e nas represas de Barra Bonita, Jurumirim e Itupararanga. Com relação à célula mais forte, no Rio Tietê, nota-se que esse padrão perdura até pouco antes do sistema atingir Santa Bárbara d'Oeste e Piracicaba, o que atesta o reforço a partir da umidade proveniente desses corpos hídricos. A situação encontrada é descrita na Tabela 1, complementada pela situação a partir das 9.00h (imagens de satélite não apresentadas):



Figuras 4a a 4e – Imagens de radar associadas de Presidente Prudente e Bauru entre 10.30h e 12.00h (15 em 15 minutos).

Tabela 1 – Condições atmosféricas das 9.00 às 12.00h, a partir das imagens de radar

09.00h	Diversas células de tempestade cobrem o estado de S.Paulo, impulsionadas pelo avanço de um sistema polar. O sistema frontal estende-se do sul do Mato Grosso do Sul até os contrafortes da Serra do Mar, próximo ao município de Registro. No centro do estado aparece uma zona de instabilidade. Em alguns setores a precipitação atingiu um máximo equivalente a 50 mm/h.
09.15h	Nota-se movimentação do sistema no sentido leste e um espraiamento da célula situada no centro do estado, indicativo de ventos fortes.
09.30h	Os sistemas avançam rapidamente e começam a se unir. O localizado mais ao centro do estado sofre uma intensificação ao transpor a calha do Rio Tietê.
09.45h	Os sistemas continuam a avançar no mesmo sentido, com intensificação das células.
10.00h	Os sistemas alongam-se no sentido de corpos hídricos, sobretudo do Rio Tietê e continuam a se unir. Essa trajetória ao longo dos corpos hídricos instabiliza ainda mais o sistema.
10.15h	O quadro continua a evoluir da mesma maneira.
10.30h	Os sistemas se unem na altura de Jau e intensificam-se, ainda seguindo o curso de corpos hídricos.
10.45h	Observa-se claramente a influência dos reservatórios de Promissão e Barra Bonita no fortalecimento do fenômeno. A velocidade do deslocamento do sistema sofre um nítido aumento.
11.00h	Mantém-se o padrão de intensificação e deslocamento. O ponto onde se encontra o maior desenvolvimento da tempestade consiste em uma célula situada em uma faixa medindo 65 km de largura e 30 km de comprimento, perfeitamente encaixada no vale do Rio Tietê, nas proximidades de Jaú.
11.15h	Em 15 minutos o centro dessa formação desloca-se por uma distância horizontal de 25 km no sentido SE. Há uma intensificação no núcleo da célula, que chega a apresentar valores de precipitação superiores a 50 mm/h. Apesar do fortalecimento e do grande deslocamento espacial, a forma e as dimensões dessa célula se mantêm.
11.30h	A célula avança 45 km em relação à situação anterior, no sentido SE e continua se intensificando. A forma da célula muda, sendo que a zona mais intensa concentra-se em uma área circular medindo cerca de 25 km de raio. A área com maior intensidade está sobre o município de Piracicaba, e relatos indicam que nesse momento iniciou-se o episódio de ventos extremos.
11.45h	A célula avança aproximadamente 30 km e chega ao município de Santa Bárbara d'Oeste. O tamanho e as dimensões do sistema pouco se alteram. Praticamente toda a Região Metropolitana de Campinas está coberta por densas nuvens. Com o avanço rápido da frente, diversos outros sistemas formam-se ao longo do estado.
12.00h	Com base apenas na imagem do radar de Bauru, nota-se que o sistema desloca-se 25 km no sentido SE em direção a Campinas, começando a diminuir sua intensidade; porém, sua abrangência espacial aumenta, possivelmente pelo fato de encontrar outros sistemas que, em função da orografia, estavam estacionários nas bordas da Depressão Periférica.

Foi observada, também, a presença de uma célula ao sul do estado de Mato Grosso do Sul que, todavia, deslocou-se de forma muito mais lenta que os sistemas acima descritos.

Alguns núcleos apresentaram velocidade de deslocamento inferior ao do

sistema, o que indicaria a existência de condições de cisalhamento dos ventos, fator que pode propiciar a formação de tornados. O *core* da célula deslocou-se na velocidade média de 125 km/h, indicativo de sua grande energia.

### 3.2.2. Análise de outros elementos do clima

Situada em um dos locais atingidos por um dos tornados encontra-se a estação meteorológica da Esalq<sup>1</sup>, cujos dados foram de enorme utilidade.

Considerando os registros de vários elementos do clima do dia 29 em relação aos demais dias do mês de março de 2006<sup>2</sup>, observa-se que esse dia foi de fato diferenciado, marcando os menores valores do mês de

radiação global (180 cal/cm<sup>2</sup>), insolação (0,3 h.) e temperatura máxima (25,9°C), e maiores valores de precipitação (30,0 mm) e velocidade máxima do vento (44,0 m/s).

A temperatura do ar (Ta) teve queda superior à 3°C em 30 minutos e a temperatura do ponto de orvalho (Td) manteve-se próxima aos valores da Ta das 10.00h. às 11.30h., momento em que se igualam (Tabela 2). A radiação solar diminuiu sensivelmente mais próximo ao evento, reflexo da alta nebulosidade que se instalou no local (Figuras 4a a 4e).

Tabela 2 – Valores de alguns elementos do clima na estação da Esalq das 10.00 às 12.15h., de 29/03/2006

Horário	Tar (°C)	Td (°C)	Rad. Solar (W/m <sup>2</sup> )
10.00h.	24,5	24,3	258,00
10.15h.	25,2	24,6	217,10
10.30h.	25,2	24,4	135,00
10.45h.	25,2	24,4	98,60
11.00h.	25,0	24,3	39,37
11.15h.	24,5	24,2	20,36
11.30h.	23,8	23,8	10,90
11.45h.	20,9	21,0	5,44
12.00h.	18,5	18,5	3,97
12.15h.	18,7	18,7	5,34

Dados de precipitação de alguns postos mantidos pela rede do Instituto Agrônômico

atestam montantes diários significativos (Tabela 3):

Tabela 3 – Precipitação em 24 h. de alguns postos pluviométricos

Postos	Precipitação (mm)
Campinas	38,7
Capivari	73,0
Itatiba	64,4
Nova Odessa	49,2
Paulínia	23,0
Piracicaba	17,0
Sta. Bárbara d'Oeste	37,8
Sumaré	16,0
Valinhos	31,8

(valores de 30/03/2006, que cobrem a maior parte do dia 29/03/2006)

Dados em nível horário de postos da rede telemétrica do DAEE / CTH / SAISP<sup>1</sup>, Bacia do Rio Piracicaba, indicam também uma alta concentração da precipitação, a partir das 11:00h. (horário local).

A análise dos dados do anemógrafo da Esalq com direção, velocidade e vento recorrido<sup>2</sup> possibilitaram observar o sentido rotacional dos ventos que, associados às suas altas velocidades, são indicativos de tornado e não microexplosão como chegou a se aventar<sup>3</sup>. As Figuras 5 e 6 retratam, respectivamente, a direção e a velocidade do vento, e seus exames demonstram que entre 7:00h. e 9:30h. ele mantém o sentido leste; informações sobre o vento recorrido demonstram que até as 10:00h. o ar fica praticamente estagnado, o que poderia ter favorecido o aumento de movimentos

convectivos, aspecto descrito por Aguado e Burt (1999) como auxiliar na formação de tornados. Entre 10:00h. e 10.15h. o ar sofre súbita alteração na direção dos ventos, que de leste assume componente norte. Entre 11.10h. e 11.26h. a velocidade do vento evolui de cerca de 5 para 30km/h., e nos 2 minutos seguintes ultrapassa os 140km/h.<sup>4</sup>. Ventos com velocidades superiores a 144km/h ocorreram em um período inferior a 1 minuto, e por volta das 11.15h. mudam rapidamente de direção, assumindo novamente componente leste e, às 11.30h., noroeste. Apesar da curta duração os danos registrados foram intensos, devido, sobretudo, à elevada velocidade e sentido rotacional do vento – fatores que destacam sua natureza tornádica. A elevada umidade formou uma densa névoa, reduzindo drasticamente a visibilidade.

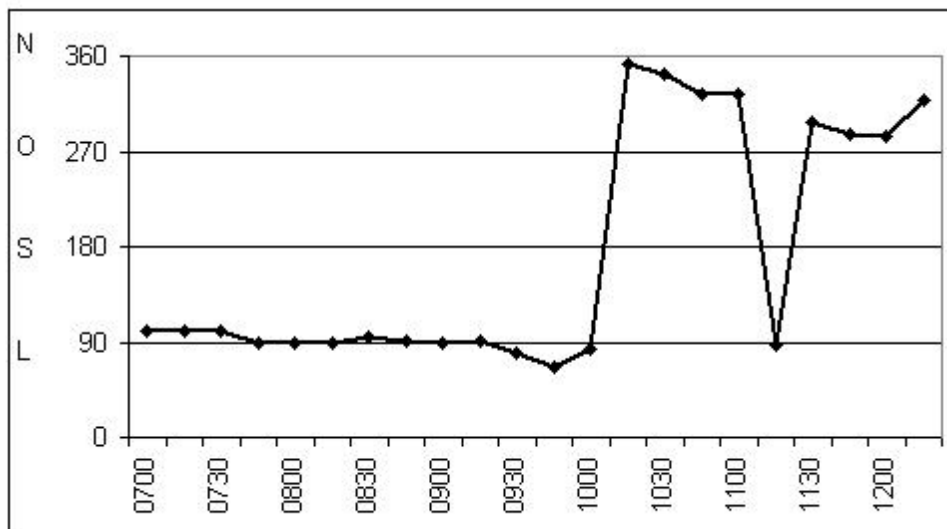


Figura 5 - Direção dos ventos em graus (90º=leste, 180º=sul, e assim por diante)

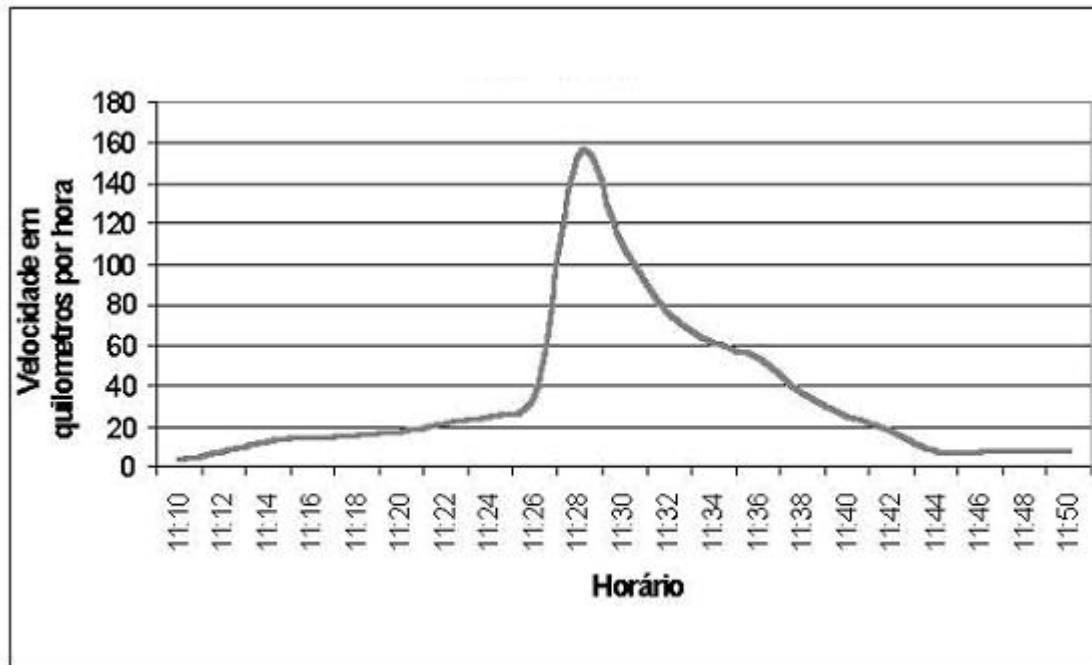


Figura 6 - Velocidade do vento no horário de intensidade máxima do episódio

#### 4. Avaliação das notícias publicadas

A análise de diferentes órgãos da mídia constituiu-se em fonte de informações relevantes para a caracterização do fenômeno, tendo sido possível, igualmente, verificar a precisão com que certas ocorrências são veiculadas, em termos de linguagem e tratamento adequado.

Um fenômeno físico natural que tenha conseqüências catastróficas para a sociedade pode ser analisado de diferentes formas pela mídia: a respeito da origem dos processos físicos naturais, quanto à origem das construções sociais e estrutura socioeconômica ou ainda considerando a visão da sociedade envolvida com o fenômeno (NATENZON, 1996). No presente trabalho, o enfoque maior foi no âmbito dos impactos do fenômeno.

Órgãos de imprensa dos municípios de Santa Bárbara d'Oeste, Piracicaba, Cosmópolis, Nova Odessa, Limeira, Paulínia, Americana, Pedreira, Hortolândia e Campinas foram consultados no período de 29 de março a 4 de abril de 2006. A pesquisa levantou 46 notícias relativas ao episódio. Foram consultadas as seguintes fontes:

- *Sites* de jornais, impressos *on line* e *sites* de notícias: Cosmo *on line*, Brazilian Times, Jornal Todo Dia, Diário do Povo, UOL; Mais Interior, O Povo, O Liberal, O Estado de S. Paulo, Jornal de Piracicaba, Associação Paulista de Jornais.

- *Sites* de rádio: CBN e Rádio Osvaldo Cruz.

- *Sites* Oficiais: Defesa Civil do estado de São Paulo, Prefeitura de Santa Bárbara d'Oeste e de Piracicaba.

- *Sites* de emissoras: EPTV, Bandeirantes.

A Figura 7 apresenta a distribuição das reportagens pelo período considerado:



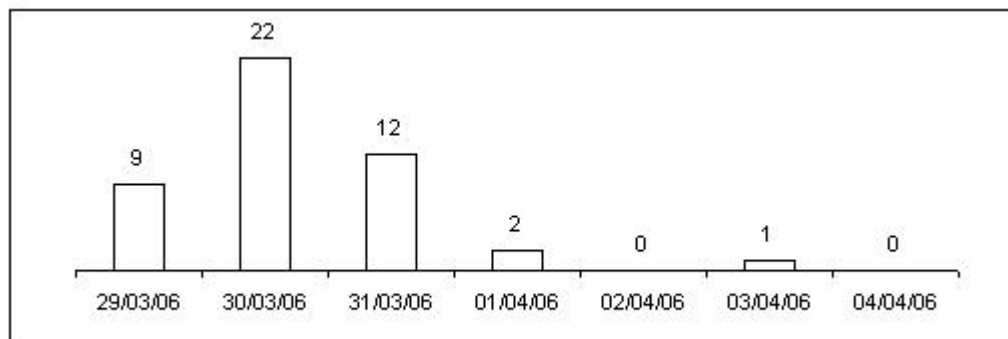


Figura 7 - Quantidade de reportagens por data

As notícias foram classificadas segundo a ênfase a um dado assunto, sendo encontrado o seguinte panorama (Figura 8):

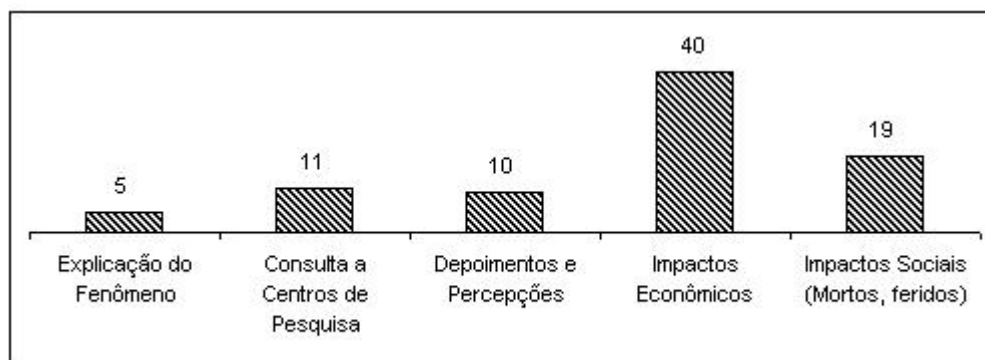


Figura 8 - Quantidade de reportagens por item

Houve mais informações referentes a danos econômicos e sociais, mas existiu preocupação em elucidar aos leitores características do episódio, ainda que em algumas delas com certas impropriedades, como se verá adiante.

A partir das notícias foi possível mapear as áreas mais afetadas (Anexo 1) e reconhecer os problemas registrados nas áreas atingidas, conforme segue:

- ocorrências registradas em alguns municípios: 319 em Piracicaba, 20 em Americana e 62 em Campinas;

- número de feridos: 15 em Santa Bárbara d'Oeste, 21 em Piracicaba e 3 em Nova Odessa;

- desabrigados: 6 famílias em Santa Bárbara d'Oeste, 72 em Americana e 120 pessoas em Campinas;

- óbitos: 2 em Pedreira, 1 em Santa Bárbara d'Oeste e 1 em Limeira;

- prejuízos financeiros relacionados à cultura de cana-de-açúcar: em Santa Bárbara d'Oeste, Americana e Piracicaba, somados, foram estimados em 14 milhões de reais; o município de Piracicaba contabilizou prejuízos na ordem de R\$ 1,5 milhões;

· falta de energia: Santa Bárbara d'Oeste por 48 horas, Piracicaba, 25% da cidade atingida por mais de 12 horas, Americana, 49 horas e setores de Campinas, 1 hora. Em relação à falta de energia, as notícias ainda divulgaram a porcentagem da cidade afetada: em Santa Bárbara d'Oeste, 70% da cidade ficou sem energia, em Piracicaba, 65% e em Americana, 80%;

· tempo de recuperação: em Santa Bárbara d'Oeste foi anunciado como de 240 dias; em Piracicaba foi decretada situação de emergência, que corresponderia a 60 dias, sendo renovável por mais 6 meses, e em Americana, 1 mês;

· árvores atingidas: conforme os dias foram passando, os números foram sendo atualizados. Não está claro se nas reportagens referentes aos totais de árvores em Piracicaba estão computadas as árvores da Esalq e da Unimep, já que no geral são citadas separadamente. Em Santa Bárbara d'Oeste o número de árvores atingidas variou entre 40 e 200, em Piracicaba entre 1000 e 2600 (800 pela raiz e 1800 parcialmente danificadas) e apenas no campus da Esalq, entre 100 e 600 e no da Unimep, entre 80 e 400. Em Americana os números variaram entre 50 e 300 e em Campinas, de 40 a 228;

· registros de destelhamentos: em Santa Bárbara d'Oeste, mais de 200 residências total ou parcialmente; em Americana, noticiou-se o destelhamento de casas no perímetro urbano, 5 construções e destelhamento parcial de 20 residências. Em Limeira, 85 ocorrências;

· bairros atingidos: 17 em Santa Bárbara d'Oeste, 16 em Piracicaba, 14 em Americana, 9 em Campinas, 4 em Pedreira, 4 em Nova Odessa, 1 em Cosmópolis e 1 em Hortolândia (Anexo 1).

Além das notícias proverem números estimados relativos a prejuízos, pessoas e locais afetados e medidas emergenciais, suas atualizações demonstram a preocupação em transmitir a realidade dos fatos com o passar

do tempo. Em muitas delas houve algum tipo de explicação do fenômeno e em inúmeras consta a fonte dos dados, o que confere seriedade ao noticiário quando se tratam de fontes idôneas (pesquisadores e defesa civil, por exemplo). No entanto, seus exames revelaram controvérsias e até informações que não têm nenhuma sustentação científica. Alguns exemplos são listados a seguir:

· enquanto alguns dos entrevistados disseram que se tratou de um tornado, outros alegaram que o fenômeno teria sido um vendaval ou, ainda, uma microexplosão;

· em ao menos um caso houve a publicação de uma informação absolutamente fantasiosa e que subverte aquele que deveria ser o objetivo primeiro da imprensa: fornecer informação correta acerca do fato noticiado. Alguns de seus trechos, escolhidos pela inconsistência, são reproduzidos. Como não se encontrou nesta pesquisa correção/retratação do periódico nos dias subseqüentes, é de se imaginar que o que foi publicado corresponde ao depoimento do pesquisador e não interpretação da jornalista, em princípio mais leiga no assunto, ainda que seja válido questionar: dada a inconsistência e caráter apelativo da informação, sua publicação não seria uma estratégia para chamar a atenção dos leitores? Seria esse tipo de publicação uma informação ou uma desinformação, tornando, nesse último caso, a notícia de natureza atmosférica, uma mera aberração?

*"(\*\*\*) explicou que o fenômeno, que pode ser chamado de vendaval (1), ocorre porque o ar frio encontra a massa de ar quente e isso gera uma pressão muito forte (2) e rajadas de ventos velozes (3). A probabilidade de acontecer fenômenos como este é uma vez a cada 30 anos", disse (\*\*\*) (4).*

*"Também não pode ser chamado de tornado, porque não houve funil (5) nem caminho percorrido na terra pelo vento durante a tempestade". (6). (...)"*



*"Para mim isso é pura atividade vulcânica submarina. O centro da terra está irado argumenta o professor (\*\*\*)..." (7). "Há quinze quilômetros daqui não houve nenhum problema, mas na cidade de Americana, os estragos foram semelhantes" (8).*

Quanto a essas informações:

(1) vendaval é um termo genérico englobando, portanto, tornado e assim não descarta que tenha sido esse o fenômeno ocorrido. Mas essa generalidade na definição no mínimo contribui muito pouco para retratar o que foi de fato o fenômeno;

(2) o que o encontro dos sistemas gera é um gradiente de pressão muito forte;

(3) o termo rajada já indica ventos fortes e também inconstantes;

(4) em 17/03/2005 ocorreu um tornado na zona rural de Piracicaba, inclusive com registro fotográfico;

(5) nem todos os tornados apresentam de forma nítida o típico funil: caso o ar em direção ao centro seja relativamente seco a forma do fenômeno é pouco definida, pois o decréscimo de pressão não é suficiente para causar o necessário resfriamento adiabático<sup>1</sup>.

(6) não se deve confundir não registro com não ocorrência: tornados podem acontecer em locais remotos, sem população ou sem terem algum tipo de registro (fotografado ou filmado). Porém, eles podem ser constatados pelos danos causados, que se distinguem daqueles provocados por outros fenômenos destrutivos. Em campo a equipe observou a presença de trilhas de destruição;

(7) não procede: além de não existir relação entre vendaval (na definição desse pesquisador) e atividade vulcânica submarina, não houve nenhum registro que comprovasse tal atividade. Além disso, é extremamente improvável que um fenômeno ocorrente no oceano atingisse Piracicaba e adjacências sem impactar municípios litorâneos;

(8) o fato de que não ocorreram sérios danos nas adjacências é indicio de tornado.

### **5. Avaliação da percepção dos moradores a partir da consulta por questionários**

Foram aplicados 30 questionários em cada município nos dias 13 e 20 de abril, com vistas a investigar como o fenômeno foi percebido pelos moradores quanto ao grau de excepcionalidade e suas avaliações no tocante às medidas tomadas pelo poder público.

White (1974) coloca que o principal interesse da investigação da percepção humana frente aos eventos extremos está em averiguar como as pessoas observam sua ocorrência ou ameaça, bem como as reações desencadeadas por essa experiência que, por sua vez, subsidiarão a forma como a sociedade se organizará para prevenir-se, e norteará medidas que minimizem os impactos frente à recorrência do evento, tanto em nível individual quanto social.

Park (1991) argumenta que a percepção humana de risco normalmente difere da realidade porque as pessoas recebem, filtram e distorcem a informação. Os filtros evocam diferentes imagens do mundo real (KANASHIRO, 2003), e embora realidade e percepção sejam coisas diferentes, ambas influenciam a forma com que o ser humano experimenta e reage ao evento extremo. Sobre isso, Machado (1997, p.19) pondera que:

*(...) psicologicamente cada pessoa tem uma percepção do meio ambiente e de sua qualidade, (...); mas biologicamente a percepção está limitada às condições anatômicas e fisiológicas da espécie humana e se processa dentro de padrões culturais, geográficos e históricos. Pode-se então afirmar que, apesar da percepção ser única, ela é necessariamente emoldurada pela inteligência, que oferece diferentes formas cognitivas para os inúmeros conteúdos perceptivos.*

As perguntas que compuseram o questionário estão no Anexo 2. Em Piracicaba ele foi aplicado no centro da cidade, nas proximidades da Praça José Bonifácio e da Catedral, e em Santa Bárbara d'Oeste, nas áreas afetadas pelo evento, de forma que a perspectiva dos moradores dos municípios acabou sendo um pouco distinta. Todos os 60 entrevistados responderam as perguntas espontaneamente e se esforçaram em prover detalhes do evento, não se atendo somente às perguntas fechadas.

### 5.1. Análise dos questionários

Algumas variáveis socioeconômicas (idade, sexo, grau de instrução) foram registradas, mas Park (*op. cit*) e Tobin e Montz

(1997) apontam que essas características tendem a ter menor influência na percepção do fenômeno do que eventuais experiências passadas semelhantes. Contudo, tornados não são tão rotineiros na área, de modo que mesmo moradores antigos dos locais afetados podem não ter experimentado situação similar e, de qualquer maneira, a análise das características dos pesquisados permite um conhecimento mais efetivo da amostra selecionada, além de fornecer indícios elucidativos quando relacionadas a outras variáveis.

Enquanto a distribuição das classes de idade em relação ao sexo foi menos homogênea para a cidade de Piracicaba (Figura 9), pois a maioria dos respondentes foi do sexo feminino<sup>2</sup> (Figura 10), houve equivalência na cidade de Santa Bárbara d'Oeste, com a maioria dos respondentes na faixa dos 21 a 40 anos, perfazendo quase 63%.

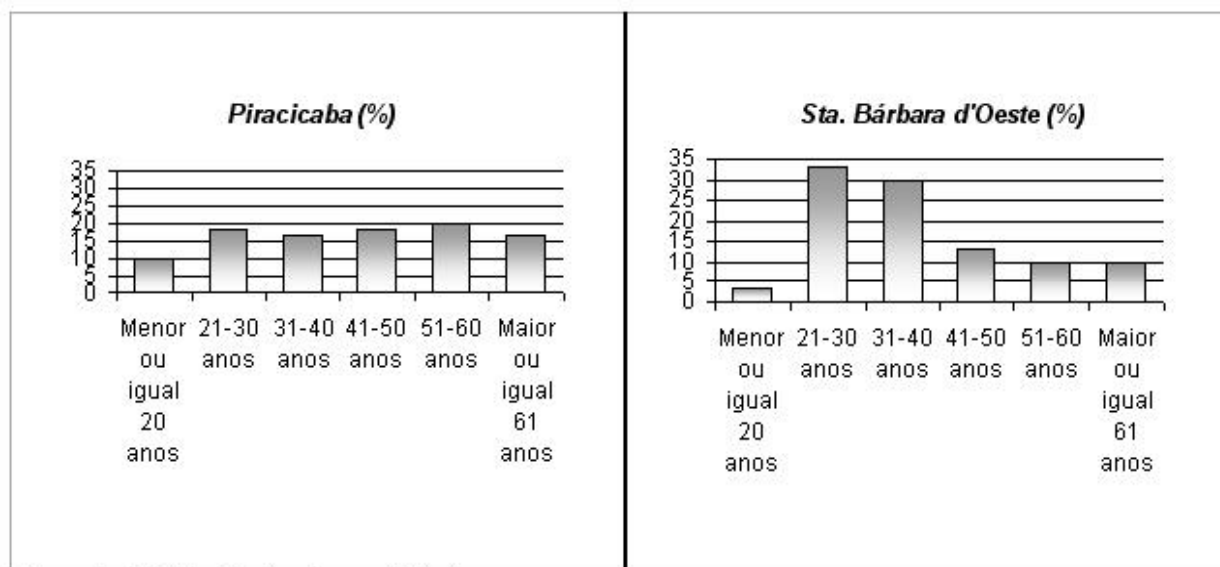


Figura 9 – Distribuição de classes de idade.

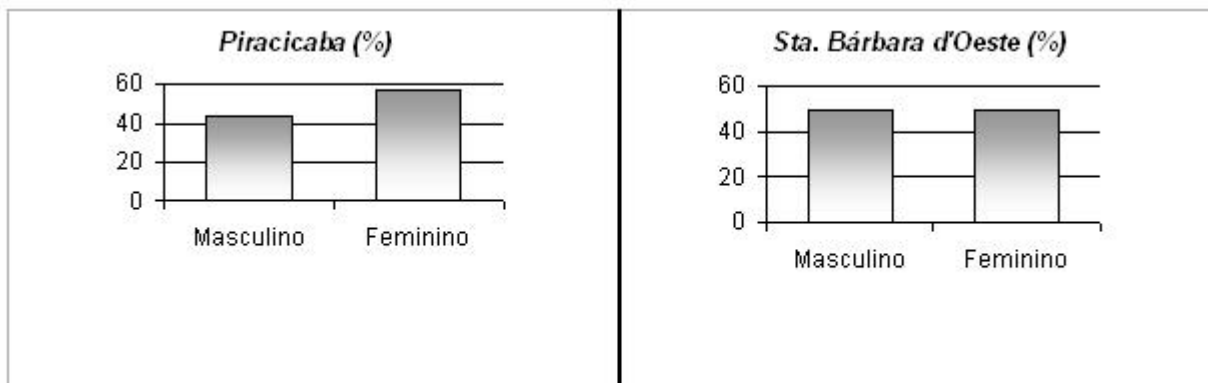


Figura 10 – Porcentagem de entrevistados por gênero

Pela Figura 11 nota-se que 85% dos entrevistados em Piracicaba e 75%, de Santa Bárbara d'Oeste (somando-se as categorias de tempo de residência de 11 anos em diante),

teriam condições de experienciar situações atmosféricas atuantes nesse intervalo cronológico.

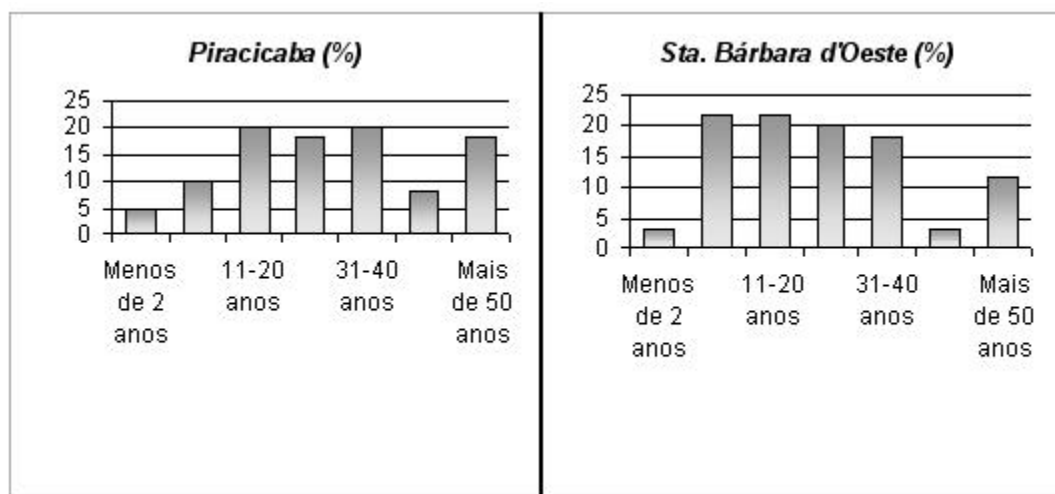


Figura 11 – Tempo de residência no município

Ao cruzar os dados da pergunta 2 com a idade dos entrevistados (Figura 12) identificou-se que em Piracicaba os 6,7% dos moradores argüídos afirmaram já ter presenciado fenômeno semelhante têm 65 anos ou mais, podendo indicar a excepcionalidade do evento no local, ligado

a um período de recorrência longo<sup>1</sup>. Em Santa Bárbara d'Oeste a proporção de respostas afirmativas foi maior, 21,7%, e não houve relação com uma faixa etária específica, levando à inferência sobre uma maior ocorrência de fenômenos semelhantes nesse município.

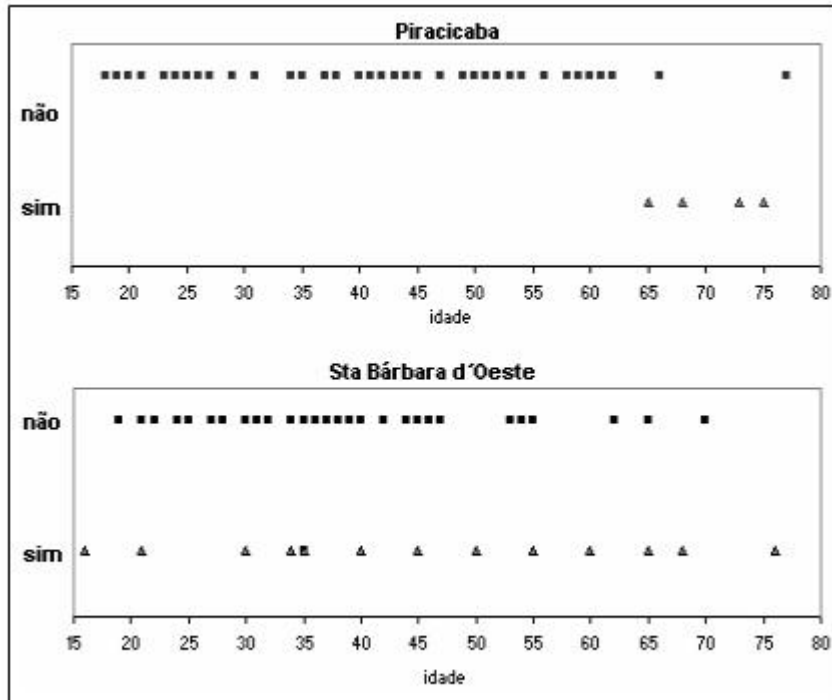


Figura 12 - Já vivenciou fenômeno semelhante? (por idade)

Com a intenção de verificar se existiria relação entre gênero e percepção de excepcionalidade, a questão seguinte argüiu quanto a eventual experiência de fenômeno

semelhante. A Figura 13 mostra que os homens alegaram ter vivenciado mais frequentemente esse tipo de evento.

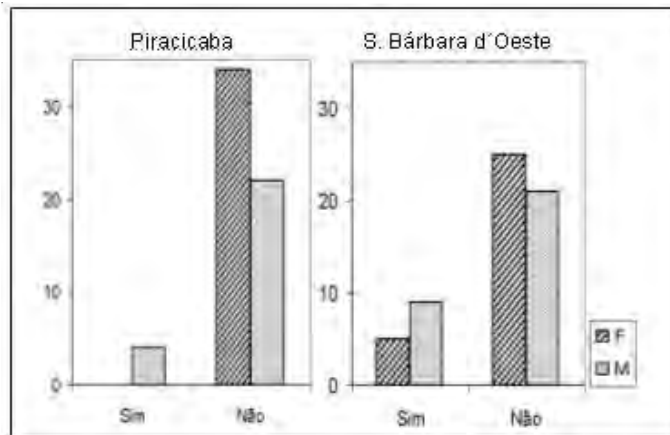


Figura 13 - Já vivenciou evento semelhante ? (por gênero)

A Figura 14 exhibe as citações relativas às características observadas durante o evento. Em ambos os municípios os entrevistados relataram como aspectos mais marcantes a força e a trajetória dos ventos, objetos carregados

pelo vento e a baixa visibilidade. Estas observações são corroboradas pelos dados sinóticos, mostrando que a percepção dos entrevistados correspondeu à realidade física do fenômeno.

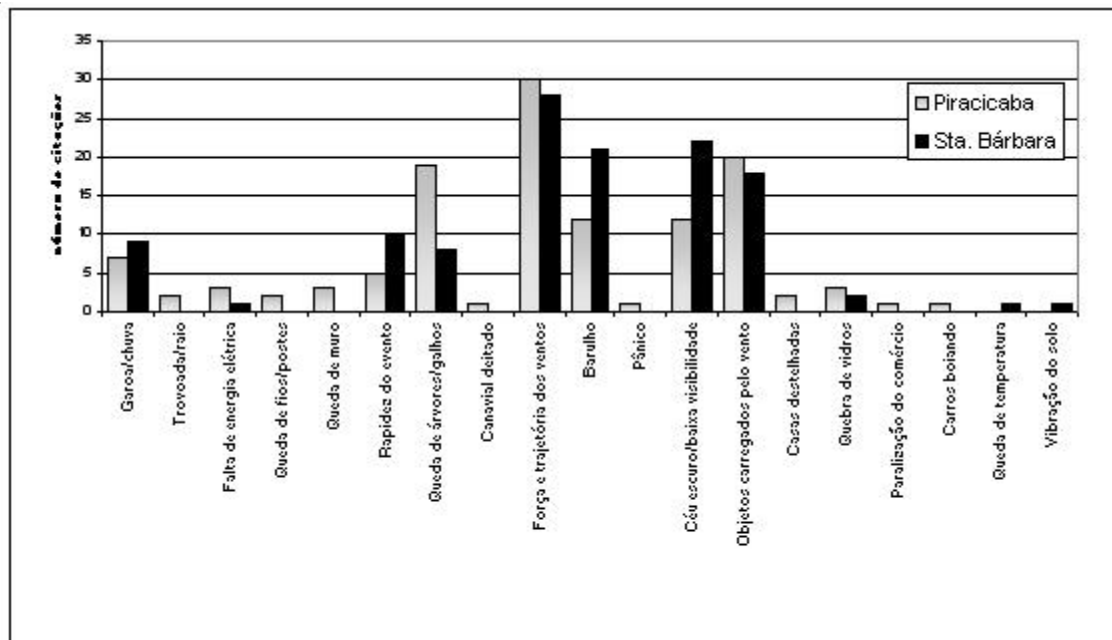


Figura 14– Características observadas durante o evento

A Figura 15 ilustra que para 75% dos piracicabanos o desempenho da Prefeitura foi satisfatório, considerando as possibilidades técnicas atuais, com ênfase na atuação eficiente do poder público, principalmente quanto à rapidez na limpeza das ruas. Em Santa Bárbara

d'Oeste, embora 52% dos moradores tenham avaliado tal desempenho como satisfatório, uma parcela significativa, 27%, o classificou como ruim, especificamente em relação à demora na limpeza e ao despreparo do poder público.

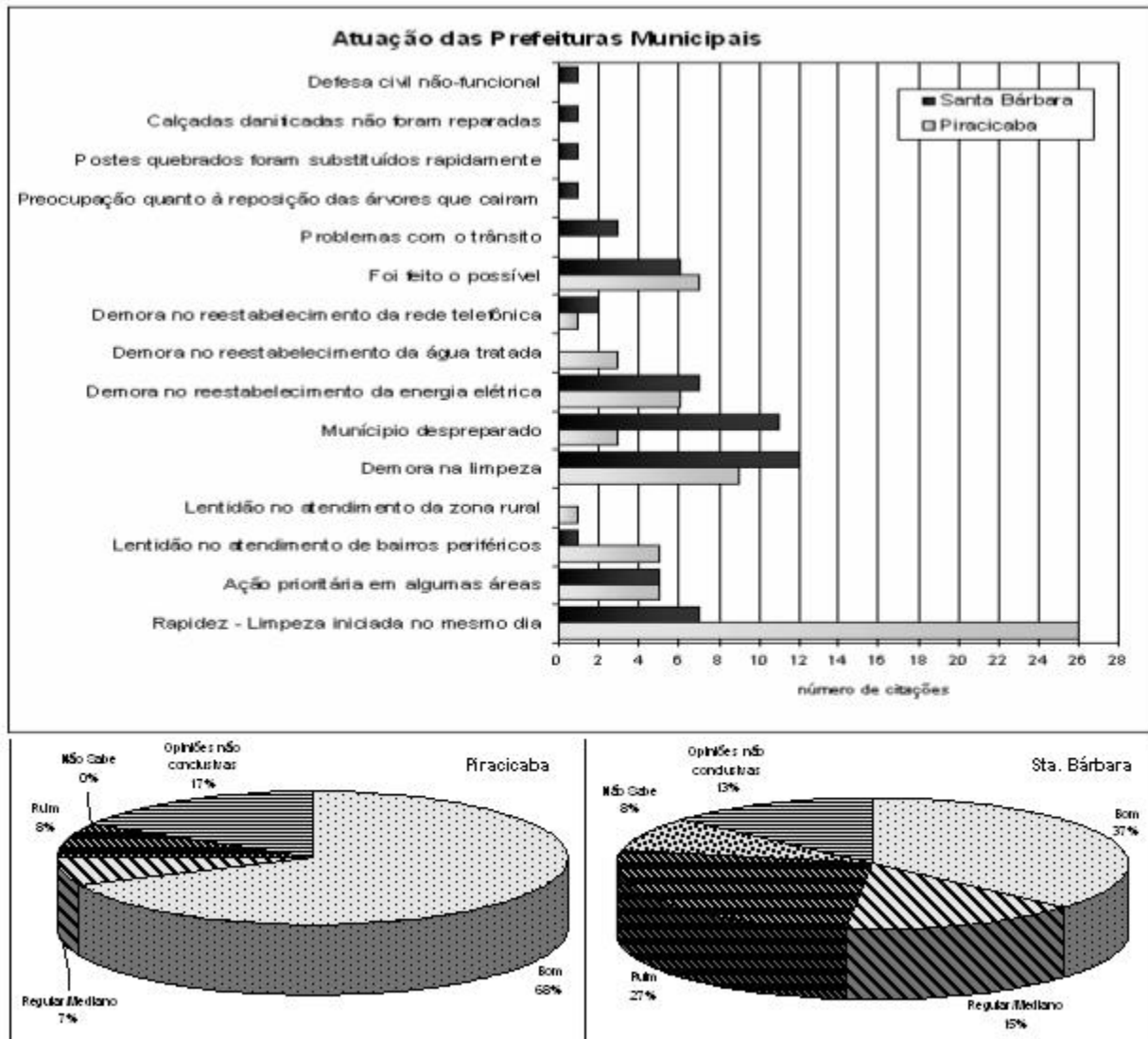


Figura 15 - Avaliação da atuação das prefeituras

Também no item sobre a atuação dos órgãos responsáveis pelas medidas de mitigação aos danos causados, a maioria avaliou favoravelmente, embora ressalvando as limitações quanto à magnitude do evento.

Por fim, destaca-se que a forma como se encara o risco e a incerteza provenientes daquilo

que se convencionou chamar de “desastres naturais” é importante para os indivíduos e para a sociedade (MARANDOLA JR. e HOGAN, 2004). Ela indica como lidamos com eventos ameaçadores quando eles ocorrem, e influencia as tentativas para minimizar a ameaça de danos futuros às pessoas e ao patrimônio (PARK, 1991). Num contexto mais amplo, também se

reflete na tomada de decisões acerca da localização e distribuição das atividades de uso de recursos, o que, por sua vez, é primordial à organização do espaço geográfico. Conforme apontam Tobin e Montz (1997, p.138), ainda que muitas vezes as ameaças que o ambiente natural possam nos impingir sejam subestimadas, mesmo quando elas são contabilizadas corre-se o risco de criar uma falsa percepção de controle:

*(...) it's not unusual to find that individual perceives a problem as "solved" once mitigation measures have been adopted; official response to a hazard invariably generates a false sense of security because the hazard is regarded as eliminated (...). Thus, both the physical threat and society's actions influence individual perception and ultimately behavior.*

## 6. Considerações Finais

Distúrbios atmosféricos como tornados são registrados em algumas áreas do globo, e a perspectiva geográfica com vistas ao entendimento desses fenômenos pressupõe a análise não apenas dos condicionantes físicos de natureza atmosférica, hidrológica e morfológica, mas também as dimensões humanas associadas a esses episódios que, via de regra, acarretam prejuízos, feridos e mortos, e podem levar um tempo bastante longo para o retorno à normalidade, além de comprometer o PIB das localidades afetadas por um período de tempo que pode ser extenso.

Diferentemente de outros desastres naturais deflagrados por condicionantes atmosféricos como inundações e deslizamentos de encostas, os danos advindos de tornados independem da classe social, e por suas características são extremamente rápidos, não havendo ainda em território nacional um sistema de alerta como ocorre, por exemplo, nos Estados Unidos.

É a partir da interação entre os sistemas de uso humanos e os sistemas de eventos naturais que se percebem as ameaças (na tradução controversa de *hazard*) a um relativo estado de equilíbrio cotidiano e reage-se de modo a (des)regulá-los e (re)ajustá-los.

Nesta pesquisa foram associados dados físicos do fenômeno - caracterizado como tornado pelo tipo de danos que causou, corroborado pelos dados coletados pela estação meteorológica da Esalq e outras informações adicionais - com as informações veiculadas por órgãos de imprensa e entrevistas com os moradores que vivenciaram o fenômeno. Tratou-se de tornados de baixa intensidade que não foram percebidos com antecedência, de maneira que não existiu aviso prévio aos moradores. Todavia, é mister que sistemas de alerta sejam implementados para diminuir os prejuízos econômicos e especialmente feridos e mortos.

A divulgação do evento pela imprensa foi também objeto de análise desta investigação, pois o domínio da informação está diretamente ligado ao poder de interferir e reorientar as relações com a natureza, podendo levar a sociedade a rediscutir os seus modelos de desenvolvimento e de atuação no meio ambiente.

A mídia apresentou tanto informações relevantes como outras mais especulativas e errôneas. Em estudo avaliando o papel da mídia em relação a um fenômeno específico (El Niño de 1997-98) Nunes (inédito) observou esse mesmo padrão. Nesta pesquisa, parte dos dados divulgados não contém precisão técnica e apresentam divergências entre as várias matérias publicadas, que refletiriam dois aspectos: o fato de que no tratamento jornalístico da divulgação o foco principal estaria ligado às preocupações e cuidados com os riscos e prejuízos, e as especificidades do fenômeno e suas desastrosas conseqüências, como registros de mortes, desabrigados, falta de energia e ruas interrompidas, cujos números foram alterados no decorrer dos dias.

Esse evento climático extremo em local densamente habitado possibilitou uma grande cobertura jornalística, sendo que os registros efetuados em tempo real permitiram avaliar seus impactos nas comunidades atingidas.

As entrevistas realizadas permitiram constatar que a população dos dois municípios mostrou uma percepção muito próxima à realidade quanto ao grau de excepcionalidade do fenômeno. A grande maioria avaliou a atuação dos órgãos responsáveis favoravelmente, ressaltando as limitações frente à magnitude do evento. Elas revelaram, igualmente, indícios de que em Santa Bárbara a frequência de eventos semelhantes possa ser maior, suscitando a necessidade de investigações mais detalhadas.

#### Agradecimentos

Prof. Dr. Paulo C. Sentelhas – Esalq/USP, que forneceu dados de ventos e informações relevantes.

Viviane Algarve, do CPTEC, pela cessão das cartas sinóticas do dia do evento.

Dr. Alfredo Pisani, do DAEE / CTH / SAISP, pela cessão de dados pluviométricos e

fluviométricos em nível horário, de postos da Bacia do Rio Piracicaba.

Sra. Arlet Maria de Almeida e Sr. Márcio José Pizzol, do IPPLAP - Instituto de Pesquisa e Planejamento de Piracicaba, Prefeitura Municipal de Piracicaba.

2º Tenente do Corpo de Bombeiros de Santa Bárbara d'Oeste, Rogério Vieira.

Meteorologistas Ana Maria Gomes (IPEMET/Bauru) e Ana Maria Heuminski de Avila (CEPAGRI/UNICAMP) pelas imagens de radar.

Meteorologista Gerhard Held (IPEMET/Bauru), pelas informações e bibliografia.

Geógrafos Isabela Pena Viana de Oliveira Marcelino e Emerson Vieira Marcelino, por informações verbais e discussões gerais.

Alunas do curso de Geografia da UNICAMP, Ana Carolina Torelli Marquezini, Maria Angélica Petrini e Débora Raquel Tescarolo Damacena da Silva, que auxiliaram na aplicação dos questionários em Santa Bárbara d'Oeste (Carol e Maria) e Piracicaba (Débora).

Aluno do curso de Geografia da UNICAMP Stefan Valim Menke, pelo entusiasmo e sugestões.

#### Notas

<sup>1</sup> Conhecida como "Corredor dos Tornados" por concentrar expressivo percentual desses eventos.

<sup>2</sup> Fato que tem sido divulgado por diversas autoridades científicas - vide relatórios do IPCC, 1996 e 2001.

<sup>3</sup> Fonte: Banco de dados de tornados do interior paulista (LECLIG), em formação.

<sup>4</sup> Escala Fujita de intensidade dos tornados.

<sup>5</sup> O fato de tornados, em algum momento de seu desenvolvimento, se afastarem do solo e mudarem de direção não é incomum, embora os motivos para isso não sejam totalmente esclarecidos.

<sup>6</sup> "Efeito míssil" descrito por Tarbuk e Lutgens (*op. cit.*).

<sup>7</sup> Lat. 22°44'30"S; Lon. 47°38'00" O; alt. 546m.

<sup>8</sup> Dados da estação convencional: <http://www.esalq.usp.br/departamentos/lce/exceldados/DCE2006.TXT> (acessado em 07/08/2006).

<sup>9</sup> <http://pcj.sigrh.sp.gov.br/telemetria/> (acessado em 07/08/2006).

<sup>10</sup> Tempo em que uma dada parcela de ar leva para percorrer um trecho de 10 quilômetros.

<sup>11</sup> Microexplosões geram ventos também fortes e destrutivos que ao descenderem espalham o ar de forma linear e não rotacional, gerando danos, porém de naturezas distintas daqueles promovidos por tornados.



<sup>12</sup> Pode ter sido superior, pois o pico de velocidade corresponde ao limite do aparelho.

<sup>13</sup> No entanto, por ocasião de dois dos trabalhos de campo, na zona rural e urbana de Santa Bárbara d'Oeste, ao serem indagados quanto ao sentido

dos ventos dois moradores indicaram claramente trajetória rotacional.

<sup>14</sup> Os entrevistados não foram escolhidos.

<sup>15</sup> Todavia, em 2005 foi registrado um tornado na área rural de Piracicaba.

## Bibliografia

AGUADO, E.; BURT, J.R. Understanding weather and climate. Upper Saddle River: Prentice Hall, 1999. 474p.

HELD, G.; GOMES, A.M.; NACCARATO, K.P.; PINTO Jr., O.; NASCIMENTO, E.de L.; CORREIA, A.A.; MARCELINO, I.P.V.O. "Analysis of tornado characteristics in the state of São Paulo for the improvement of an automatic alert system." (Paper P3R.9). *Preprints, 32<sup>nd</sup> Conference on Radar Meteorology*, CD, AMS, Albuquerque, USA, 24-29 October 2005, 10p.

HELD, G.; GOMES, J.L.; NASCIMENTO, E. de L. Forecasting a severe weather occurrence in the state of São Paulo, Brazil on 24 May 2005: the Indaiatuba tornado. In: ICSHMO, 8, 2006, Foz do Iguaçu, *Proceedings...* Foz do Iguaçu, PR: INPE, 2006, p. 1799-1807.

KANASHIRO, M. "A cidade e os sentidos: sentir a cidade". *Desenvolvimento e meio ambiente: diálogo de saberes e percepção ambiental*, n.7-8, jan/jun 2003, p. 159-164.

LUTGENS, F.K; TARBUK, E.J. The Atmosphere an introduction to meteorology. 10<sup>th</sup>. Edition. Upper Sadle River: Pearson, Prentice Hall, 2007. 544p.

MACHADO, L. M. C. P. "Qualidade ambiental: indicadores quantitativos e perceptivos". In: MARTOS, H.L.; MAIA, N. B. (coord.). *Indicadores ambientais*. Sorocaba: Divisão de Sistema e Documentação, 1997. p. 15-21.

MARANDOLA J.R., E. e HOGAN, D.J. "Natural Hazards: O Estudo Geográfico dos Riscos e Perigos." *Ambiente e Sociedade*, v. 7, n. 2, jul./dez. 2004, p. 95-110.

MARCELINO, E. de O., NUNES, L.H., KOBAYAMA, M. "Banco de dados de Desastres Naturais: análise de dados globais e regionais". *Caminhos de Geografia - Revista on line*, v.7, n.19, out 2006, p.130-149 (disponível em: <http://www.ig.ufu.br/revista/caminhos.html>).

MARCELINO, I.P.V. de O. Análise de episódios de tornados em Santa Catarina: caracterização sinótica e mineração de dados. Dissertação (Mestrado) - INPE, São José dos Campos. 2004 (digital).

MARCELINO, I.P.V.O.; FERREIRA, N. J.; ANDRÉ, I.N. "Análise geográfica do tornado ocorrido no município de Joinville-SC em 31/01/1999". In: Simpósio Brasileiro de Desastres Naturais, 1. *Anais...* Florianópolis: GEDN/UFSC, 2004. [CD-ROM].

MARCELINO, I.P.V de O., MARCELINO, E. de e NUNES, L.H. "Classificação e análise dos danos do tornado ocorrido em agosto de 2005 no município de Muitos Capões (RS)". In: Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica, VII. *Anais...* Rondonópolis: UFMT, Campus Rondonópolis, 2006.

MARCELINO, I.P.V. de O.; NUNES, L.H. "Utilização de SIG na análise de episódios de tornados: ferramenta metodológica aplicável no Brasil?" (Submetido à Revista Brasileira de Climatologia em setembro de 2006)

NASCIMENTO, E. de L.; MARCELINO, I.P.V. de O. "Análise preliminar dos tornados de 3 de janeiro de 2005 em Criciúma/SC." *Boletim da Sociedade Brasileira de Meteorologia*, v. 28-29, n.1, 2005. p. 33-44.

- NATENZON, C. E. "Volcanes y comunicación social". In: Ortiz R. (ed.) Riesgo volcánico. Islas Canarias, Centro Internacional de Volcanología y Geofísica volcánica/ CSIC/ UNESCO; Serie Casa de los Volcanes 5, 1996. p. 223-244.
- NECHET, D. "Ocorrência de tornados no Brasil". *Boletim da Sociedade Brasileira de Meteorologia*, v. 26, n. 2, 2002, p. 29-39.
- NUNES, L.H. "O papel da mídia na difusão da informação climática: o El Niño de 1997-98" (aceito para publicação na Revista Geografia, UNESP-Rio Claro).
- OLIVEIRA, I.P.V. Distribuição espaço-temporal e análise de tornados em Santa Catarina no período de 1976 a 2000. Monografia (Bacharelado em Geografia) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000, 81 p.
- OLIVEIRA, L.; MACHADO, L.M.C.P.; "Percepção, Cognição. Dimensão Ambiental e Desenvolvimento com Estabilidade". In: VITTE, A.C.; GUERRA, A.J.T. (orgs.). *Reflexões Sobre a Geografia Física no Brasil*. São Paulo: Bertrand Brasil, 2004, p. 129-152.
- OLIVER, J.E.; HIDORE, J.J. Climatology an atmospheric science. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2002, 410p.
- PARK, C. Environmental Hazards. s/l, Lancaster University, 1999. 62p.
- TOBIN, A.G.; MONTZ, E.B. Natural Hazards: Explanation and Integration. New York: Guilford Press, 1997. 388 p.
- WEBSTER, P.J.; HOLLAND, G.J.; CURRY, J.A.; CHANG, H.R. Changes in tropical cyclone number, duration, and intensity in a warming environment. *Science*, v. 309, 16 Sept 2005, p.1844-1846.
- WHITE, G.F. Natural Hazards: local, national, global. New York: Oxford University Press, 1974. 288p.

Trabalho enviado em fevereiro de 2008

Trabalho aceito em março de 2008

