

---

# A zona de convergência do Atlântico Sul e seus impactos nas enchentes em áreas de risco em Guaratinguetá - SP

The flood impacts in risky areas in Guaratingueta, SP by the Zone of the South Atlantic Convergence

BRANDÃO, Roberto de Souza  
FISCH, Gilberto Fernando  
Departamento de Ciências Ambientais  
Universidade de Taubaté  
Autor para correspondência: gfish@uol.com.br

Recebido em 30 de outubro de 2008; aceito em 18 de março de 2009

## RESUMO

*O clima sempre foi um dos componentes fundamentais do meio natural e era raramente tomado em consideração, quando se tratava do meio social. Atualmente, com o avanço da tecnologia moderna, sabe-se que essa interação entre clima e o Homem é inevitável. Fenômenos naturais como a Zona de Convergência do Atlântico Sul causam grandes impactos na sociedade em virtude das chuvas de verão agravadas por esse fenômeno, provocando enchentes em várias regiões do Brasil. As enchentes são um dos fatores de risco para a população de diversas localidades diferentes, gerando prejuízos econômico e social. Pode-se dizer que a cidade de Guaratinguetá, no Vale do Paraíba, estado de São Paulo está entre as cidades afetadas por esse problema. O crescimento da cidade ocorreu às margens do Rio Paraíba do Sul, acarretando uma série de problemas no que se refere a ocupação das planícies de inundação. O objetivo deste trabalho constitui verificar a passagem e evolução de dois eventos da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) que ocorreram nos verões de 2000 e 2006, e relaciona com as fortes chuvas que atingiram a região sudeste do Brasil, especificamente o município de Guaratinguetá, com o aumento do nível das águas do rio Paraíba do Sul e seus afluentes, provocando enchentes em doze bairros considerados áreas de risco no município.*

**PALAVRAS-CHAVE:** Chuva, inundação, Vale do Paraíba

## ABSTRACT

*The climate has always been one of the key components of the natural environment and was rarely discussed when it is about the social environment. Today, with the advancement of modern technology, it is known that the interaction between climate and man is inevitable. Natural phenomena as the Zone of the South Atlantic Convergence cause major impacts on society because of the summer rains exacerbated by this phenomenon, causing flooding in several regions of Brazil. The floods are a risky factor for the population of several different locations, generating economic and social damage. It is fact that the city of Guaratingueta, in the Paraíba Valley, State of Sao Paulo is among the cities affected by this problem. The growth of the city occurred on the banks of the Paraíba do Sul River causing a number of problems with regard to the occupation of flooded plains. The objective of this work is to verify the change and evolution of two events in the zone of the South Atlantic Convergence that occur in the summers of 2000 and 2006 and relate it to the heavy rains that hit the Southeast region of Brazil, specifically Guaratingueta, causing flooding in twelve districts considered risky areas in the municipality.*

**Keys-words:** Rainfall, flooding, Vale do Paraíba

## I. INTRODUÇÃO

As condições climáticas sempre foram um fator fundamental para a sobrevivência da humanidade e um dos principais formadores do ambiente do planeta Terra. Contudo, as forças da natureza e fenômenos meteorológicos também atuam no cotidiano do ser humano. Vários acontecimentos atuais, como a temporada que bateu o recorde de furacões no ano de 2005 nos Estados Unidos, a grande seca que afetou a região Amazônica também em 2005, a formação de sistemas atmosféricos intensos em várias cidades brasileiras, como do possível furacão no litoral de Santa Catarina em 2004, ou do tornado em Indaiatuba em 24 de maio de 2005, vêm causando prejuízos e transtornos para a sociedade. Um desses fenômenos naturais que causam impacto na sociedade é a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) que, durante os meses de verão do Hemisfério Sul (HS), ocorre sobre a América do Sul pela presença de uma faixa de nebulosidade convectiva, que se estende desde o Sul da Amazônia em direção Sudeste até o oceano Atlântico Subtropical.

Por se tratar de um fenômeno atuante no período de verão, e conseqüentemente com níveis pluviométricos elevados, acabam trazendo conseqüências de proporções catastróficas em alguns estados brasileiros. As enchentes de rios (canalizados ou não) no período de verão e causados por chuvas intensas, vêm atingindo cada vez mais os centros urbanos, juntamente com o processo acelerado do crescimento populacional. A conseqüente ocupação desordenada do espaço físico, devido à falta de planejamento, também provoca a invasão das áreas protegidas por lei.

É proposto para este trabalho analisar dois eventos de ZCAS, ocorridos nos verões de 2000 e de 2006, os quais tiveram altos níveis pluviométricos e causaram danos ao meio ambiente e à sociedade local. Esses fenômenos provocaram enchentes na região de Guaratinguetá-SP, Latitude 22° 49", Longitude 45° 11", em uma área da região banhada pelas águas do rio Paraíba do Sul e que possui localidades que deveriam ser protegidas, como áreas de mananciais ou de risco (sujeitas a inundações), mas que acabam sendo ocupadas de maneira irregular, colocando em risco a população e o meio ambiente.

## **II. Precipitação, zcas e urbanização**

A região sudeste está situada entre os paralelos 21° e 24° de Latitude Sul, aproximadamente, significando que quase a totalidade de suas terras estão localizadas na zona tropical.

Segundo Lemos (2000), a região é afetada pela maioria dos sistemas sinóticos que atingem o sul do país, com algumas diferenças em termos de intensidade e sazonalidade do sistema. Para Nimer (1979), o Sudeste representa a região de maior diversificação climática, considerando-se o elemento climático temperatura. A região de Guaratinguetá localiza-se no Vale do Paraíba, entre as escarpas da Mantiqueira a NW e a Serra do Mar a SE.

Coltrinari (1975) ressalta a influência destas duas escarpas no clima de Guaratinguetá e região, e esses relevos atuam como verdadeiras barreiras à penetração de massas úmidas provenientes do Oceano Atlântico. Devido a isso, o Vale apresenta-se como uma faixa de menor umidade e temperaturas mais altas e como uma unidade de características próprias, à semelhança do que acontece sob o ponto de vista morfológico. O clima da região pode ser dividido em dois períodos, a saber, um seco com temperaturas médias entre 15°C e 20°C (entre os meses de abril e setembro), e outro chuvoso, com médias de temperaturas que atingem 25°C (entre os meses de outubro e março), com duração de seis meses cada um (FISCH, 1999).

Sendo assim, nos meses de verão quando as chuvas são mais intensas, a região sofre influência da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS). De acordo com a interpretação de Sanches (2002), a ZCAS é um fenômeno típico de verão na América do Sul. Sua principal característica é a persistência de uma faixa de nebulosidade orientada no sentido noroeste-sudeste (NW-SE), cuja área de atuação engloba o Centro Sul da Amazônia, Região Centro-Oeste e Sudeste, Centro Sul da Bahia, Norte do Estado do Paraná e prolonga-se até o Oceano Atlântico. Devido a sua persistência de alguns dias, a ZCAS exerce um papel preponderante no regime das chuvas na região atuante, acarretando em altos índices pluviométricos.

Chuvas fortes e persistentes, associadas a tempestades de verão e a atuação das ZCAS, trazem conseqüências desastrosas tais como enchentes e desabamentos na região de Guaratinguetá e redondezas. Essas chuvas causam inundações em áreas de várzea do rio Paraíba do Sul, o problema é agravado pela ocupação indevida e pelo crescimento populacional nesses locais, caracterizando várias áreas de risco.

A ocupação de locais inadequados e o crescimento urbano, geralmente associado entre si, ocorrem sem um planejamento integrado e eficaz em se tratando de áreas de risco.

Para Iwai (2003), as áreas de risco (áreas íngremes ou sujeitas às inundações) acabam sendo ocupadas de maneira irregular, colocando em risco a população e o meio ambiente.

Pontes e Bernardes (2000) comentam que a ocupação de áreas naturais de várzea do Paraíba do Sul e do ribeirão Guaratinguetá intensificou a ocorrência de enchentes nas regiões, aumentando os danos sociais e materiais causados pelas fortes chuvas e enchentes conseqüentes.

O crescimento da cidade de Guaratinguetá acompanhou a calha do rio Paraíba do Sul e favoreceu a ocupação das planícies de inundações, que anteriormente eram apenas utilizadas no plantio de arroz (rizicultura).

As áreas que foram castigadas pelas enchentes em Guaratinguetá nos eventos de janeiro de 2000 e de fevereiro de 2006 sofreram conseqüências diretas das fortes chuvas intermitentes, relacionadas ao fenômeno da ZCAS atuante na região Sudeste, causando a elevação das águas do rio Paraíba do Sul e afluentes. Caracterizando as mesmas áreas de risco do município, nos dois períodos ocorridos, sendo diferenciados, apenas pelos danos econômicos e pela quantidade de desabrigados na região.

Enchentes na região Sudeste são eventos relativamente comuns, Araújo et al. (1998) mencionam, em seus estudos, que essa mesma região tinha sido assolada na década de oitenta por inundações que causaram perdas humanas e significativa destruição. Silva Dias et al. (1988) também mencionam o mês de fevereiro de 1988, como caracterizado por intensas precipitações que se estabeleceram na região sudeste, associando a permanência das chuvas ao posicionamento da ZCAS. Calbete e Lemos et al. (1988) citaram que a precipitação sobre o Brasil no verão é caracterizada pela forte convecção que ocorre sobre a Amazônia e Brasil Central, estendendo-se para o Sudeste quando há presença da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS). Silva Dias et al. (1991) atribuiu as fortes chuvas de março de 1991 à Zona de Convergência do Atlântico Sul, que

foram bem acima do normal no estado de São Paulo. As chuvas do mês de janeiro e fevereiro de 1992 em Minas Gerais, também foram associados por Prates; Silva Dias e Grimm (1992), a uma situação de ZCAS estacionada sobre o Estado de Minas Gerais.

Sanches (2002) analisou casos de ZCAS identificados anteriormente por diversos autores e realizou uma estatística de sua ocorrência. O período de abrangência do estudo compreende os meses de dez, jan, fev, período de 1980 a 2000, iniciando-se no mês de jan de 1980 e encerrando no mês de fev de 2000. Foram identificados 65 casos de ZCAS, sendo 23 casos em dez, 29 casos em jan e 13 casos em fev, ou seja, aproximadamente uma média de 3 episódios por verão, com duração aproximada de 10 dias. No total foram 677 dias dos 1800 dias que compreendem o período estudado pelo autor, assim, a ZCAS esteve em atividade durante aproximadamente 1/3 do total do período estudado. Essa característica fortalece a hipótese de que a climatologia de verão da América do Sul seja modulada por essa zona de convergência.

Quadro (1994) concluiu que a ocorrência de um caso de ZCAS está relacionada à persistente precipitação nas regiões Sudeste, sul do Nordeste, norte do Paraná e Brasil Central. Estudos realizados mostram que a região Sudeste é a mais afetada pela presença da ZCAS, em termos de forte e persistente precipitação.

## **2.1. Enchente**

Em Christofolletti (1980), os rios constituem os agentes mais importantes no transporte dos materiais intemperizados das áreas elevadas para as mais baixas e dos continentes para o mar, todos os acontecimentos que ocorrem na bacia de drenagem repercutem, direta ou indiretamente nos rios. Para Vieira e Cunha (2001), o rio caracterizado pela hidrologia, sedimentos, morfologia e comunidade biótica, reflete os cenários naturais e humanos atuantes na bacia hidrológica.

O crescimento de áreas urbanizadas tem gerado aumento no escoamento superficial pela impermeabilização do solo, acompanhado de grande volume de sedimentos, produzido pelas construções e pelos solos expostos das encostas pelo desmatamento. Kobayama et al (2006) também associam a frequência das inundações às modificações ocorridas nas bacias hidrográficas. Esse tipo de problema é comumente presenciado nas áreas urbanas, onde a pressão exercida pelo crescimento populacional resulta na exclusão social da parcela mais pobre da população, que passa a viver em planícies de inundação. A inundação, popularmente tratada como enchente, é o aumento do nível dos rios além de sua vazão normal, ocorrendo o transbordamento de suas águas sobre as áreas próximas a ele. Quando ocorre o transbordamento das águas do rio para a planície de inundação, apesar do rio ficar praticamente cheio, tem-se uma enchente, e não uma inundação. Por essa razão, no mundo científico, os termos "inundação" e "enchente" devem ser usados com diferenciação.

### **2.2.3. Bacia do Rio Paraíba do Sul e Bacia do Ribeirão Guaratinguetá**

A bacia do Paraíba do Sul abrange uma das mais desenvolvidas áreas industriais do país e reflete, hoje, todo processo histórico de ocupação, caracterizado pela descontinuidade do ciclo econômico, pelos desníveis sócioeconômicos regionais e pela degradação ambiental ASEAC, (2001). A parte paulista da bacia está localizada entre as coordenadas 22° 24' e 23° 39' de latitude sul e 44° 10' e 46°26' de longitude oeste, abrangendo uma área de drenagem de 13.605 km<sup>2</sup>. O rio Paraíba do Sul é formado pela confluência dos rios Paraitinga e Paraibuna, que têm seus cursos orientados na direção sudoeste, ao longo dos contrafortes interiores da Serra do Mar. O rio Paraíba do Sul corre pelo fundo de uma depressão tectônica situada ao longo da base da Mantiqueira, com a qual está geomorfologicamente relacionado. A origem do vale prende-se aos episódios tectônicos que originaram as Serras do Mar e da Mantiqueira, por onde o rio desenvolve seu curso. Um dos principais problemas enfrentados pelos municípios da calha do rio Paraíba do Sul, refere-se ao conflito de uso de sua várzea. Outro aspecto a ser destacado, dentre os problemas urbanos que mais diretamente afetam os recursos hídricos, é a ocorrência de inundações (Vale Verde, 2004).

Na várzea do rio Paraíba do Sul encontram-se trechos de áreas de cultura irrigada. Ao longo dessa várzea estão localizadas as principais cidades da região, que têm apresentado uma crescente expansão nas últimas décadas. As inundações das áreas de várzea do Paraíba do Sul são processos naturais, principalmente nas épocas de verão, quando os níveis pluviométricos são mais elevados. Porém esse fato é agravado pelo crescimento populacional nessas áreas de várzea, caracterizando várias áreas de risco no período das chuvas intensas.

O ribeirão Guaratinguetá, afluente da margem esquerda do rio Paraíba do Sul, corta o município de Guaratinguetá no sentido sudeste/nordeste e tem sua nascente na vertente interior da serra da Mantiqueira. O leito do ribeirão Guaratinguetá atinge grandes extensões marginais de várzeas, onde há alta suscetibilidade a inundações, solapamentos das margens e assoreamento.

## **III. A cidade e o ambiente**

O ambiente natural tem sido modelado em seu destino pelo homem. A harmonia do homem com a natureza foi rompida devido ao descontrolado crescimento do mercado imobiliário e as consequências da

densificação à expansão urbana, e isso gerou a desqualificação de certos espaços urbanos, bem como o comprometimento do meio ambiente natural.

Segundo Santos (2001), ao longo dos séculos, mas, sobretudo nos períodos mais recentes, o processo brasileiro de urbanização revela uma crescente associação com a pobreza, cujo foco passa a ser, cada vez mais, a cidade.

É inevitável que o crescimento de uma cidade não irá afetar o ambiente natural. Por isso, torna-se uma prioridade premente o conhecimento da vocação hidrológica nas áreas urbanas. Nos últimos anos o conceito de Políticas Públicas estabeleceu-se na sociedade, justamente por permitir usar o conhecimento científico de um problema ambiental às soluções políticas.

No caso das áreas urbanas, normalmente os maiores problemas de enchentes ocorrem com o intenso processo de impermeabilização, com o maior contingente humano convivendo nas áreas de risco, geralmente é a parcela da população mais carente.

Para Frenndrich e Malucelli (2000), a urbanização acompanhada da mata ciliar, remoção da vegetação e impermeabilização dos solos, altera o escoamento natural das águas pluviais superficiais, com a redução substancial no tempo de concentração das bacias hidrográficas, em virtude dos sistemas de drenagem urbana, micro e macrodrenagem, cujas funções são coletar e escoar o mais rapidamente possível as águas para jusante, acrescentando consideravelmente os volumes de águas nos rios, o que potencializa as enchentes. Em Vieira e Cunha (2001), fica evidente a associação entre o crescimento urbano e as transformações das características naturais que os rios vêm sofrendo. No caso das chuvas, Folhes e Fisch (2006) salientam que a precipitação na região do Vale do Paraíba do Sul não está se alterando, considerando uma série histórica de 25 anos de dados. Portanto, no caso de Guaratinguetá, provavelmente as enchentes deverão estar relacionadas com os outros fatores.

Fica clara a necessidade de planejamento nas cidades, sendo que isso pode ser entendido como um processo de trabalho permanente, que tem por objetivo final a organização sistemática de meios a serem utilizados para atingir uma meta, que contribuirá para a melhoria de uma determinada situação.

Para Gonçalves e Guerra (2001), as cidades constituem hoje o maior exemplo de degradação ambiental, colocando em risco a segurança e a qualidade de vida de sua população, constituindo um palco de embates ecológicos.

#### IV. MÉTODOS

Na figura 1, encontra-se apresentada a metodologia adotada na presente pesquisa

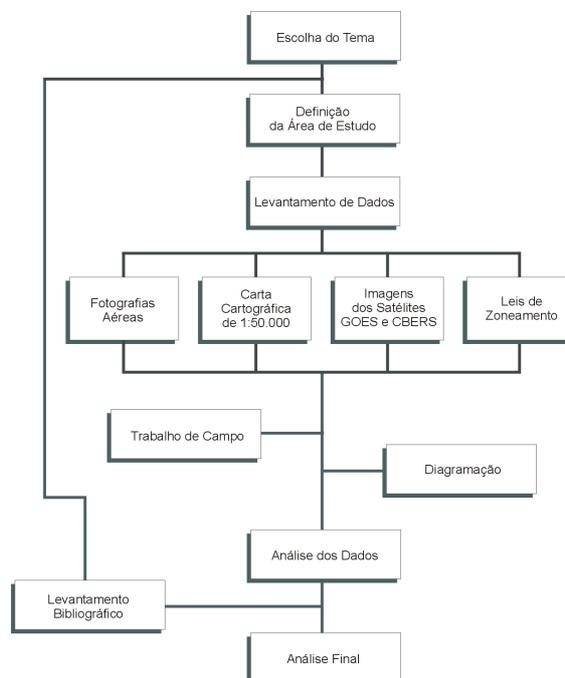


Figura 1: Fluxograma de atividades

Após a escolha do tema e ter sido delimitada a área de estudo (figura 2), fez-se necessário o levantamento de dados para a identificação das áreas afetadas pelas enchentes

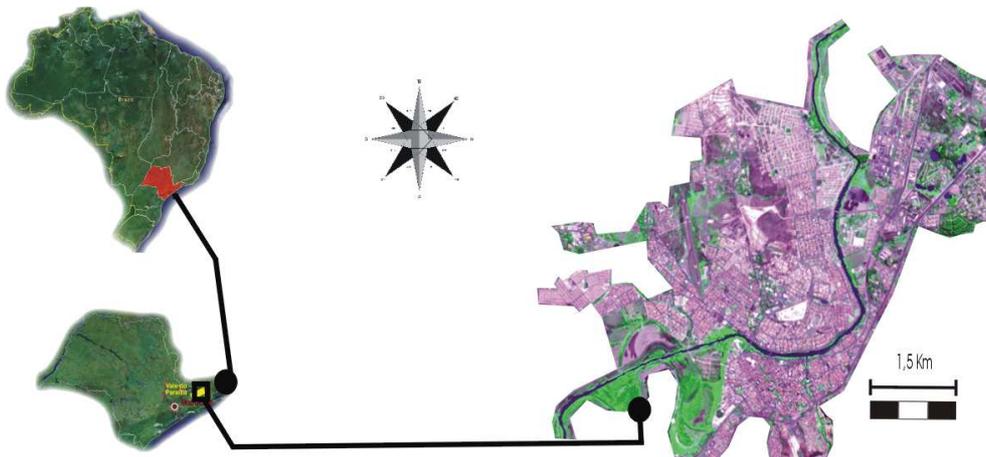


Figura 2: Imagem do Satélite CBERS da cidade de Guaratinguetá.

Foram obtidas amostras, mensais, de água, no período das chuvas, entre dezembro de 2006 e abril de 2007, dos pontos de coletas determinados em projeto anterior: Pouso Frio, Almas, Rocinha, Antas, Ipiranga, Médio Una, Itaim e Baixo Una (Figura 1).

Após a identificação dos períodos nos quais a precipitação foi contínua e prolongada, indicando a presença de ZCAS, deu-se início ao trabalho de campo e procurou-se localizar as áreas mais atingidas, obter dados referentes aos danos provocados ao município e conseqüentemente sua população, caracterizando as áreas de riscos ao longo do rio Paraíba do Sul.

Para a finalidade de caracterizar as áreas de riscos e danos provocados pelas enchentes, realizou-se um levantamento de dados adquiridos perante o COMDEC (Comissão da Defesa Civil de Guaratinguetá) por meio do relatório de Danos Provocados Pelas Chuvas e Enchentes em Vários Bairros do Município, relacionados aos eventos ocorridos nos anos de 2000 e 2006.

Para demonstrar o crescimento urbano do município e suas áreas ocupadas, foi utilizada a carta cartográfica do (IBGE) na escala de 1:50.000 de 1973, imagem do satélite CBERS e de fotos dos bairros afetados pelas enchentes durante os episódios analisados.

Foram utilizadas as imagens do satélite GOES, cartas sinóticas de ar superior, dados sobre precipitação da região para caracterizar a presença e evolução de ZCAS, todos do acervo do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Serão identificados como Evento 1 a ZCAS que ocorreu no período de 31 de dezembro a 6 de janeiro do ano de 2000 e o como Evento 2 a ZCAS ocorrida em fevereiro do ano de 2006.

## V. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo serão apresentados os processos de urbanização da cidade de Guaratinguetá e às áreas atingidas pelas chuvas e enchentes, e suas conseqüências no município de Guaratinguetá e redondezas, tais como os casos de ZCAS identificados dentro do período de estudo.

Chuvas intensas e persistentes associadas ao evento de ZCAS causaram enchentes e desabamentos na região de Guaratinguetá e redondezas, trazendo conseqüências desastrosas para a população da região.

As áreas atingidas e danificadas pelas enchentes são as mesmas para os dois eventos estudados, variando apenas a magnitude dos danos provocados.

Os danos provocados em Guaratinguetá pelas fortes chuvas foram agravados pelas cheias das águas do rio Paraíba do Sul e seus afluentes. As áreas de várzeas foram completamente tomadas pelas águas e, devido a que muitas dessas áreas estão ocupadas por casas e construções irregulares. Não só o município de Guaratinguetá, mas municípios no Vale do Paraíba, sul de Minas Gerais e Estado do Rio de Janeiro, tiveram o mesmo problema relacionado com o aumento das águas do rio Paraíba do Sul, relacionados com os dois eventos de ZCAS abordados neste estudo.

### 5.1. O Processo de crescimento da cidade de Guaratinguetá

Guaratinguetá é um caso típico que apresenta sérios problemas de ocupação imprópria, devido ao crescimento urbano desordenado. Pontes e Bernardes (2000) comentam que a ocupação de áreas naturais de várzea do Paraíba do Sul e ribeirão Guaratinguetá intensificou a ocorrência de enchentes nas regiões, aumentando os danos sociais e materiais causados pelas fortes chuvas.

Observa-se, na figura 3, uma carta do IBGE de 1973 de Guaratinguetá (escala de 1:50.000), ao passo que na figura 3 apresenta-se uma imagem atual, obtida pelo sensor ASTER do satélite EOS AM-1 de alta resolução (15 a 90 metros) na banda espectral do infra-vermelho próximo (VNIR).

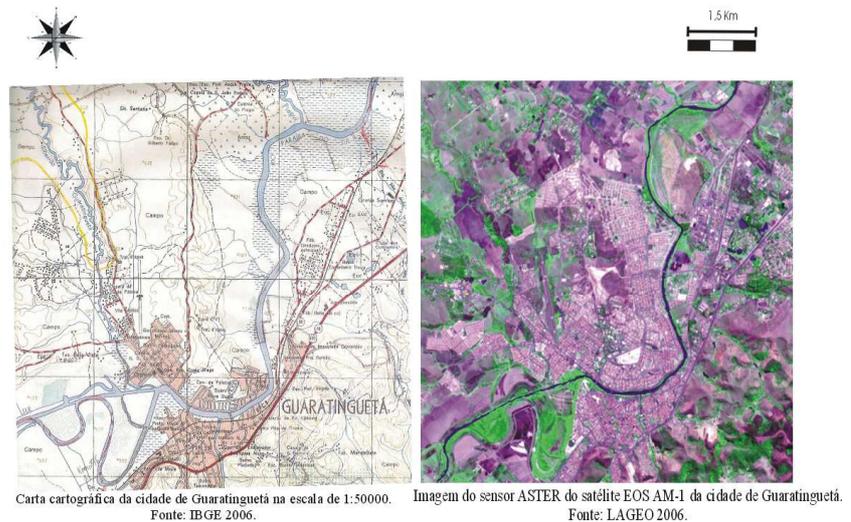


Figura 3: Processo de urbanização da cidade de Guaratinguetá num período de trinta anos.

Pode-se constatar o crescimento urbano num período de trinta anos, e por meio da comparação da imagem de satélite com a carta cartográfica, constata-se a ocupação das planícies de inundação do rio Paraíba do Sul.

#### 5.2. Evento 1: Caracterização das Fortes Chuvas no Período de Janeiro de 2000.

As chuvas no início de 2000 tiveram grande impacto na região de Guaratinguetá e redondezas. Essas chuvas fortes e persistentes atuaram na região no período de 31 de dezembro a 6 de janeiro de 2000 e tiveram como característica precipitações elevadas em um pequeno intervalo de tempo (Figura 5). Os níveis pluviométricos atingiram 140mm aproximadamente em apenas um dia, segundo dados do CPTEC/INPE.

A figura 4 mostra os estragos causados pelas enchentes do ano de 2000 nos bairros do Campo do Galvão às margens do Rio Paraíba do Sul e o Jardim Rony às margens do Ribeirão Guaratinguetá.

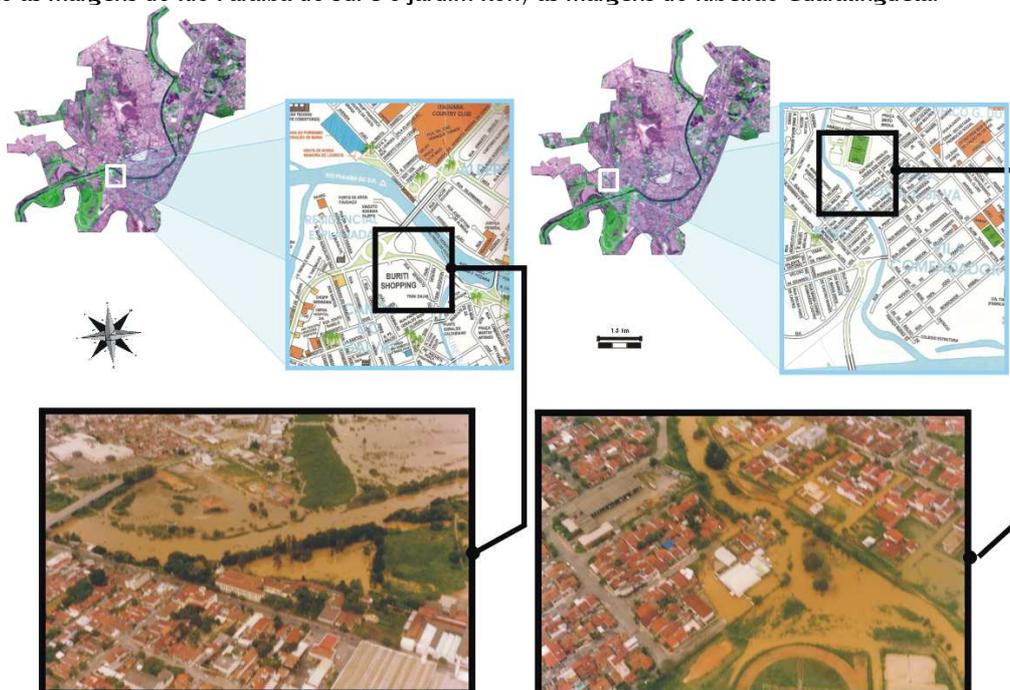


Figura 4: Bairros do Campo do Galvão e Jardim Rony.



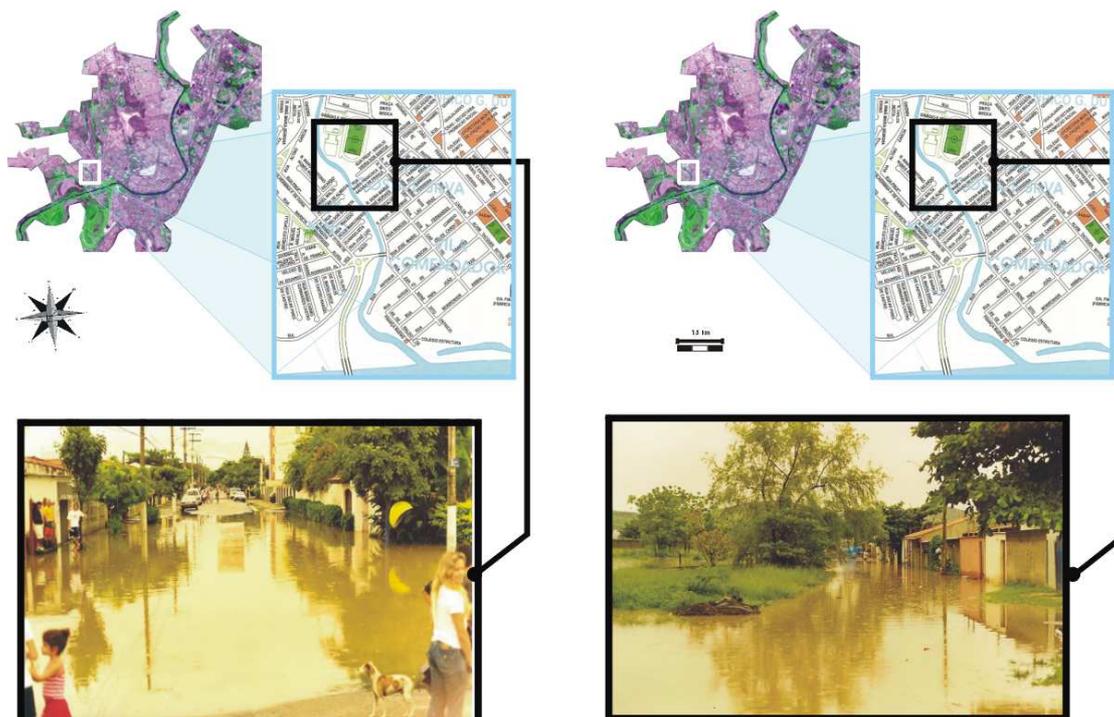
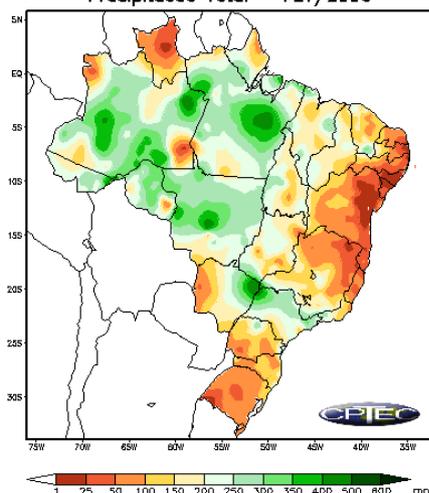


Figura 6: Bairro Jardim Rony e Vila Socó.

Data da última atualização: 03/03/2006

Precipitação Total - FEV/2006



Fontes de dados: CPTEC/INPE-INMET-FUNCEME/CE-LMRS/FB-EMPARN/RN  
DMRH/PE-FEPARQ/RG-CHESF-CONMET/RJ-IDHMG/PI-CEPESS/SE-NARH/AL  
SRH/BA-DEMIG/SIMGE/MG-SEAG/ES-SIMEPAR/PR-CLIMERH/SC-IAC/SP  
ELDER/GO

Figura 7: Precipitação total do mês de Fevereiro de 2006.

Fonte: CPTEC/INPE

## VI. CONCLUSÃO

Durante a realização desta pesquisa pode-se observar que as tempestades de verão e chuvas intensas ocasionadas pela Zona de Convergência do Atlântico Sul, aliado ao tempo que esse fenômeno natural permanece em algumas regiões brasileiras, são o suficiente para provocarem os processos das enchentes em vários municípios brasileiros.

No caso de Guaratinguetá, observou-se que as enchentes se agravaram ainda mais em consequência do crescimento da cidade nas últimas décadas por ter acompanhado a calha do rio Paraíba do Sul, onde áreas de várzeas foram ocupadas por famílias de classe social mais baixa, de forma ilegal. Tais ocupações das planícies de inundação, têm gerado problemas sociais em épocas de enchentes, causando muitos danos materiais para a população. Felizmente, não houve vítimas até o momento.

A ocupação desordenada gera vários problemas no que se refere ao escoamento superficial, colocando em dúvida a eficácia dos métodos utilizados para garantir a drenagem urbana atual. A utilização de

suportes políticos tais como o Plano Diretor de Município e as Legislações Ambientais relativas à água, são ferramentas que podem auxiliar as diretrizes de controle e prevenção das enchentes, bem como a ocupação de lugares de riscos e preservação ambiental pela população. Entretanto, o Plano Diretor tem falhado em resolver estas questões.

Além disso, salienta, como políticas, a necessidade de implementar medidas sustentáveis na cidade, por meio de investimentos na área da educação e conscientização da população em relação a preservação dos recursos hídricos. Uma delas seria estimular a população a coletar a água das chuvas em reservatórios pela implementação de descontos em imposto territorial urbano pela Prefeitura Municipal de Guaratinguetá, estimulando assim a viabilidade desse programa a fim de reduzir uma parcela do escoamento superficial.

A utilização de pavimentos permeáveis em áreas propícias a inundações e marginais aos rios seria uma outra alternativa, bem como a remoção das famílias que se encontram nas planícies de inundação, transferindo-as para áreas definidas pela própria Prefeitura Municipal. Nessas áreas desapropriadas, deveriam ser criados parques e bosques recreativos, a fim de restabelecer a infiltração da água no subsolo.

O controle das enchentes deve ser realizado levando em consideração a bacia hidrográfica como um todo e não apenas em trechos isolados. Procurar reestruturar as matas ciliares, como um processo de reabilitação ambiental dos mananciais.

Reter a água o máximo possível nos territórios onde ela é "gerada", obtendo o maior índice de infiltração no solo e reduzindo (em volume e velocidade) o escoamento superficial.

Cada microbacia deve ser diagnosticada detalhadamente e seus principais problemas identificados. Discutir-se também a implementação de soluções alternativas, como experimentada na França, na qual se procura reter a água ao invés de fazê-la chegar de imediato aos cursos d'água. A água fica contida em reservatórios (ou mesmo em grandes piscinões, tais como o de São Paulo, no bairro do Pacaembu), sendo liberada aos poucos após o pico das chuvas. Esse conceito é adotado por vários países desenvolvidos, que não abandonaram contudo, as medidas contra uma impermeabilização excessiva dos solos, o combate à erosão, a desocupação das áreas inundáveis.

Os bairros que foram alagados durante esses eventos, como o Jardim Rony, receberam obras pela Prefeitura Municipal de Guaratinguetá, para a instalação de bombas de drenagem e o aumento dos diques marginais ao Ribeirão Guaratinguetá para impedir que as águas ultrapassem a calha do ribeirão em direção do Bairro. Estas obras ocorreram em 2006 e ainda não passaram por nenhum evento extremo de ZCAS para testar sua efetividade.

Nos bairros Jardim do Vale I e II, onde os problemas são mais graves por causa da ocupação das margens do Rio Paraíba do Sul, as casas ficam muito próximas (aproximadamente de 4 a 5 metros) a calha do rio. Nessas circunstâncias é inviável a construção de diques por causa da proximidade das casas. Portanto, a solução que se tem é a remoção das famílias para outras localidades que não ofereçam risco.

## VII. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, M.A.A. et al. Aspectos sinóticos das chuvas intensas sobre a região Sudeste do Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 5., 1988, Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Meteorologia, Nov. 1988., 1988, v.2, p.39-43.

CALBETE, N. O. DE; LEMOS, C. F. Período de Tempo que os Sistemas Frontais atuaram no Litoral do Brasil entre a Cidade de Porto Alegre e Rio de Janeiro (Período 1988-1993). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 9., 1998, Brasília. *Anais ...* Brasília: Sociedade Brasileira de Meteorologia, 1998 1 CD ROM (4 páginas).

CLIMANÁLISE – Boletim de Monitoramento e Análise Climática. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Cachoeira Paulista, v. 21, n. 2, 2006. versão eletrônica (acesso em 10/03/2007).

COLTRINARI, L.. *Contribuição A Geomorfologia da Região de Guaratinguetá* - Aparecida. 1975, 156 f. Tese (Doutorado em Geografia)- Instituto de Geografia, Universidade de São Paulo, São Paulo,, 1975. v. 1.

CRISTOFOLETTI, A. *Geomorfologia*. 2. ed.. São Paulo: Edgard Blücher, , 1980.

FENDRICH, R. ; MALUCELLI, F. C. . Macrodrenagem Urbana: Canais Abertos Versus Canais Fechados. *Revista Acadêmica*, Curitiba, v. 1, p. 49-59, 2000.

Folhes, M.T. Fisch, G (2006) Caracterização Climática E Estudo De Tendências Nas Séries Temporais De Temperatura Do Ar E Precipitação Em Taubaté. *Revista Ambi&Agua*, Taubaté, v.1, n.1, doi: 10.4136/ambi-agua.6

FISCH, G. Distribuição da Precipitação em Taubaté, Vale do Paraíba (SP). *Biociências*, Taubaté v.5, n.2, p. 7 a 12, 1999.

GONÇALVES, L.F.H, GUERRA, A. J. T. Movimentos de Massa na Cidade de Petrópolis (Rio de Janeiro). In: CUNHA, S. B. Guerra A. J. (Org.). *Impactos Ambientais Urbanos no Brasil*. Rio de Janeiro: Editora Bertrand do Brasil, 2001.

IWAI, O. K. *Mapeamento do uso do solo urbano do município de São Bernardo do Campo, através de imagens de satélite*. 2003. 140 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil)- Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Universidade de São Paulo, São Paulo 2003.

KOBIYAMA, M. et al. *Prevenção de Desastres Naturais*. Curitiba: Organic Training, 2006.

LEMOS, C. F. *Caracterização e variabilidade Climática no Vale do Paraíba*. 2000. 121 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais)- Universidade de Taubaté, Taubaté, 2000.

NIMER, E. *Climatologia do Brasil*. Rio de Janeiro: SUPREN/IBGE. V.4. 1979.

PRATES, J.E.; SIVA DIAS, M.A.F.; GRIMM, A.M. As anomalias pluviométricas no verão de 1991/92 no estado de Minas Gerais: parte II – Aspectos de Mesoescala. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 7. , 1992, São Paulo. *Anais...* São Paulo: Sociedade Brasileira de Meteorologia , 1992. v. 2, p. 655-659.

PONTE, C. P. ; BERNARDES, G. P. Análise e Soluções Mitigadoras das Regiões Afetadas pela Inundação de Janeiro de 2002, Município de Guaratinguetá. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE IMPACTOS AMBIENTAIS URBANOS, 1., 2002, Curitiba. *Anais...*Curitiba:SENISA-URB, 2002. pág 20-23.

QUADRO, M. F. L. Estudos de episódios de Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) sobre a América do Sul. São José dos Campos. 94p. (INPE-6341-TDI/593). 1994. 135 f. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José, 1994.

SANCHES, M. B. Análise Sinótica da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS). Utilizando-se a Técnica de Composição. 2002. 95p. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos .2002.

SILVA DIAS, P.L.; CAPLAN, P.; KOUSKY, V. E. As chuvas intensas de fevereiro de 1988: Circulação Global e previsibilidade. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 5, v.2, 1988, Rio de Janeiro, *Anais...*Rio de Janeiro : Sociedade Brasileira de Meteorologia, 1988, p. 6-10,

SILVA DIAS, P.L. et. Al. As chuvas de março de 1991 na região de São Paulo. *Climanálise*, São José dos Campos, v.10, n.5, p.44-59, maio 1991.

SANTOS, M. A .Urbanização Brasileira. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 5. ed., 2001.

VIEIRA, V. T. CUNHA, S. B. Mudanças na Rede de Drenagem Urbana de Terezópolis (Rio de Janeiro). In: CUNHA, S. B. Guerra A. J. (Org.). *Impactos Ambientais Urbanos no Brasil*. Rio de Janeiro. Editora Bertrand do Brasil, 2001.