



AS CHUVAS NO MUNICÍPIO DE UBATUBA/SP: EVENTOS EXTREMOS E ANÁLISE DE SUA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL (2004-2010)

WASHINGTON PAULO GOMES¹
MARGARETE C. DE C. T. AMORIM²

Resumo: Este trabalho visa contribuir para a compreensão e análise dos eventos extremos de precipitação no município de Ubatuba/SP no período de 2004 a 2010. Para tanto, foram utilizados seis postos pluviométricos e tomou-se como base a técnica do desvio padrão que serviu de apoio para caracterizar os anos excepcionais chuvosos. Os resultados mostraram que na área central do município, particularmente pelo efeito da orografia, há maior concentração das chuvas e também é onde ocorre a maior concentração de construções. Esses fatores têm contribuído para o aumento do número de vítimas a cada evento extremo de precipitação.

Palavras-chave: Precipitação, Distribuição espacial, Eventos extremos, Ubatuba/SP.

Abstract: This work aims to contribute to the comprehension and analysis of extreme precipitation events in Ubatuba-SP city for the period between 2004 and 2010. For this, there were used six rain gauges and it was taken as a technical base the standard deviation which served as support to characterize the rainy exceptional years. The result showed that in the central area of the city, particularly by the orography effect, there is a high concentration of rain and is also present a high concentration of constructions. Those factors have contributed to the increasement of the quantity of victims of each extreme precipitation events

Key words: Precipitation, Spatial distribution, Extreme events, Ubatuba/SP.

1 – Introdução

As transformações no espaço natural sempre ocorreram, entretanto, o homem tem acelerado ainda mais esse processo, com o objetivo de adaptá-lo às suas necessidades. A ocorrência, cada vez mais comum nas grandes cidades, de fenômenos como enchentes, inundações, alagamentos e deslizamentos relacionados a eventos extremos de precipitação, são, conforme afirma Sant' Anna Neto (2008), quase sempre associadas a uma sociedade baseada na reprodução das desigualdades que são produzidas e se manifestam de forma material e desigual no próprio território.

A forma como as relações espaciais entre o meio urbano e a natureza vem se dando não ocorre de maneira equilibrada. A falta de planejamento frente a esse crescimento está introduzindo nas cidades problemas expressivos.

¹ Graduando de Geografia da FCT/UNESP – Bolsista CNPq/PIBIC - E-mail: wpg_ubatuba@hotmail.com

² Prof^a. Dra. Departamento de Geografia da FCT/UNESP – E-mail: mccta@fct.unesp.br



A ocupação desordenada das encostas litorâneas pode ser um exemplo significativo dessa realidade de grande parte das cidades brasileiras, onde acaba favorecendo aos impactos pluviais causadores dos processos de movimento de massa e inundações. Ao mesmo tempo essas tornam-se áreas de grandes riscos para a população em que ali residem. Chuvas intensas em curtos períodos de tempo associados ao uso e ocupação nessas áreas de riscos, resulta em centenas de vítimas e graves danos ambientais e econômicos para o município (ROSEGHINI, 2007).

Portanto, caracterizar e espacializar a distribuição das chuvas, serve como um importante indicador para descrever quais são de fato os níveis de interferência humana no município de Ubatuba/SP, sendo que, será possível identificar se os impactos como inundações, alagamentos, enchentes e movimentos de massa ocorrem com maiores frequências onde os totais pluviométricos são mais elevados ou se estão relacionados à falta de planejamento urbano nessas áreas.

2 - O Clima Urbano

No Brasil a urbanização ocorreu de forma bastante acelerada, resultando em uma tendência à concentração espacial e fortalecendo as grandes aglomerações. Segundo Amorim (2000) e Mendonça (2003), o crescimento das cidades teve como principal responsável o êxodo rural, que ocorreu pelo aumento das oportunidades de trabalho nas cidades, pela possibilidade de uma vida melhor e também pelas condições precárias de trabalho e vida no campo.

Neste sentido, segundo Brandão (2000, p.194):

o acelerado e desordenado processo de crescimento urbano da cidade tem provocado a degradação do meio físico e alterado o seu clima local (clima urbano) que é resultado de interferência de todos os fatores que se processam sobre a camada limite urbana.

Assim sendo, para Oke (1978), a urbanização é o processo de conversão do meio físico natural para o assentamento humano, resultando em drásticas mudanças do uso do solo, gerando uma nova configuração da superfície.

Segundo Mendonça (2000), o clima constitui-se numa das dimensões do ambiente urbano e tem oferecido importantes contribuições a questão ambiental das cidades. Portanto, "o clima urbano é derivado da alteração da paisagem natural e da sua substituição por um ambiente construído, palco de intensas atividades humanas" (MENDONÇA, 2000, p. 167).



As transformações na paisagem provocadas pelo surgimento e crescimento das cidades alteram o balanço de energia e o balanço hídrico urbano. Essas modificações são provocadas pela retirada da vegetação original, pelo aumento da circulação de veículos e pessoas, impermeabilização generalizada do solo, mudanças no relevo, concentração de edificações, canalização de córregos, além do lançamento de partículas e gases poluentes na atmosfera. (AMORIM, 2000, p.18).

Neste sentido, pode-se dizer que as transformações no espaço decorrentes da intervenção humana para atender as suas necessidades de conforto e bem estar, tem sido, historicamente uma relação de harmonia e de conflito (BRANDÃO, 2003).

De modo geral, segundo Mendonça (2000), as atividades socioeconômicas urbanas, são fatores da formação do clima urbano, assim sendo, a degradação ambiental e a queda da qualidade de vida nas cidades se agravam à proporção que a urbanização se intensifica.

Monteiro (1976, p.95), em sua tese de livre docência, ao propor a Teoria do Sistema Clima Urbano, define o clima urbano como "[...] um sistema que abrange o clima de um dado espaço terrestre e sua urbanização". Para o mesmo, os espaços urbanos passaram a assumir a responsabilidade do impacto máximo da atuação humana sobre a organização na superfície terrestre e na deterioração do ambiente.

Segundo Landsberg (1981), o aumento da precipitação em áreas urbanas é explicado por três motivos: a ilha de calor, que ocasiona as precipitações quando está, diretamente, associada às outras condições de tempo; o "efeito obstáculo", que impede o progresso da circulação atmosférica pela desigualdade aerodinâmica da estrutura urbana; e os produtos da poluição, que favorecem as formações de nuvens e as mudanças nos espectros do tamanho original do pingo da chuva.

Deste modo, pode-se observar claramente que as influências urbanas no clima da cidade podem ocasionar modificações na composição atmosférica, capaz de gerar interferências na composição do ar, alterações do equilíbrio térmico, além de alterações no balanço hídrico.

3 - Procedimentos Metodológicos

Para o desenvolvimento do trabalho, foram coletados dados meteorológicos de seis postos pluviométricos (fig. 01), sendo as estações meteorológicas do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) e Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo (IOUSP) e os postos de coleta do Departamento de Águas e Energia elétrica do Estado de São Paulo (DAEE) (tabela 01).



Município	Postos Pluviométrico	Latitude		Longitude		Alt. (m)
		UTM	geográfica	UTM	geográfica	
Ubatuba	IAC	7410333	23°25'S	488323	45°06'W	20
	IOUSP	7401020	23°30'S	487813	45°07'W	5
	E1-004 (Picinguaba)	7416097	23°23' S	517893	44°50'W	29
	E2-052 (Ubatuba)	7408525	23°25' S	492931	45°04'W	1
	E2-009 (Mato Dentro)	7414597	23°23' S	487886	45°07'W	220
	E2-122 (Maranduba)	7396016	23°32' S	476191	45°14'W	10

Tabela 01 - Estações Meteorológicas e postos pluviométricos no município de Ubatuba-SP

Fonte: Google Earth³ e levantamento de campo.

Org. GOMES, W. P.

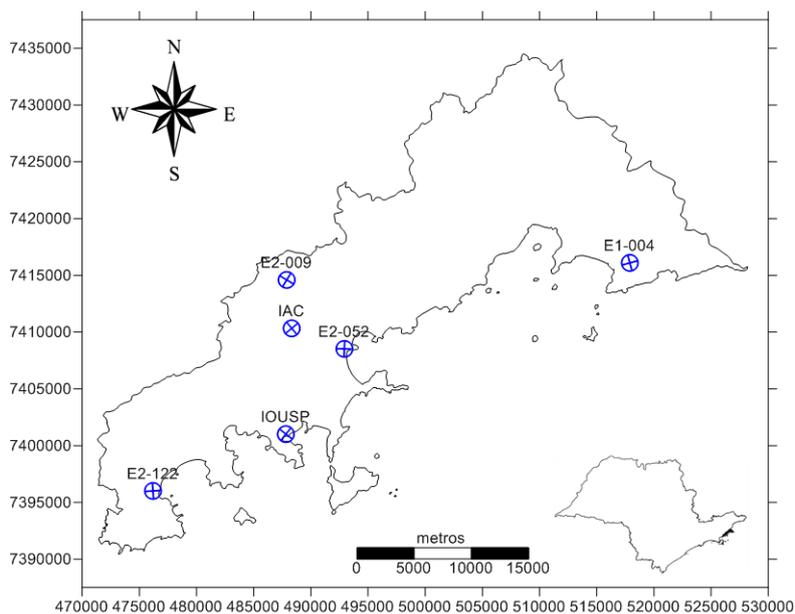


Figura 01 – Localização das estações meteorológicas e dos postos pluviométricos no município de Ubatuba-SP

Fonte: Google Earth e levantamento de campo.

Org. GOMES, W. P.

Posteriormente a aquisição dos dados foram utilizados parâmetros estatísticos de tratamento dos mesmos, através da aplicação de cálculos de média e desvio padrão.

Os procedimentos estatísticos e os mapas foram elaborados em *softwares* como *Microsoft Office Excel 2007*⁴ e *Surfer 9.0*⁵, para a representação da distribuição espacial dos fenômenos analisados no município de Ubatuba.

³ Google Earth é marca registrada da Google Inc.

⁴ Excel é marca registrada da Microsoft Co.

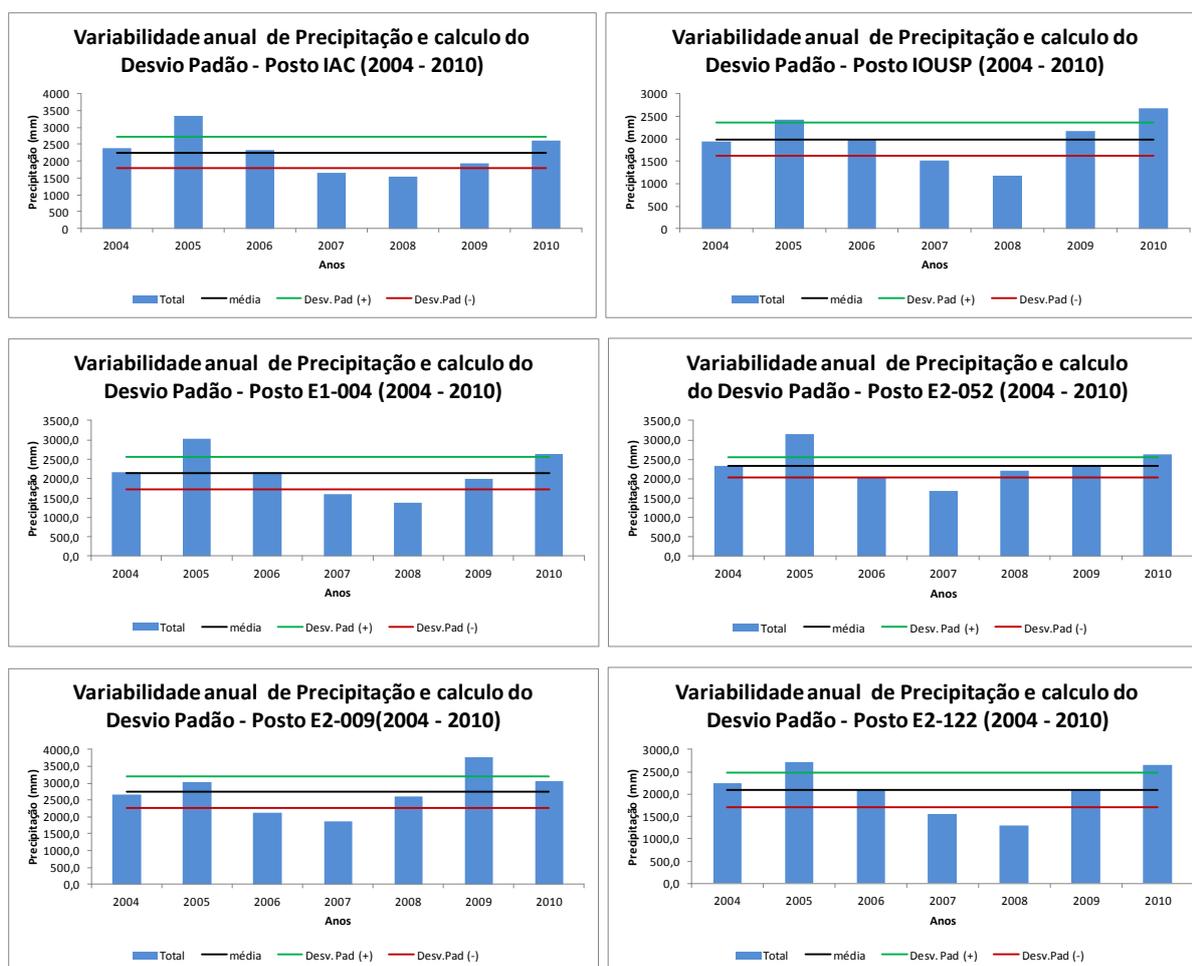
⁵ Surfer é marca registrada da Golden Software Inc.



4 - Resultados

A análise dos dados iniciou-se pela identificação da distribuição das chuvas anuais (2004-2010), levando-se em consideração o total pluviométrico de todos os postos utilizados.

Deste modo, partiu-se para a caracterização dos anos excepcionais chuvosos, através do cálculo do Desvio Padrão, afim de se identificar quais os anos que se apresentaram como extremos chuvosos e se os mesmos seguiram um padrão nos diferentes postos de coleta (coleção de gráficos 01).



Coleção de Gráficos 01 - Variabilidade anual do Desvio Padrão no município de Ubatuba - SP.

Fonte: IAC; IOUSP; DAEE

Org: GOMES, W. P.

De modo geral verificou-se que os totais pluviométricos foram elevados em todos os postos analisados com médias superiores a 1900 mm e ultrapassaram os 2700 mm no posto E2-009.

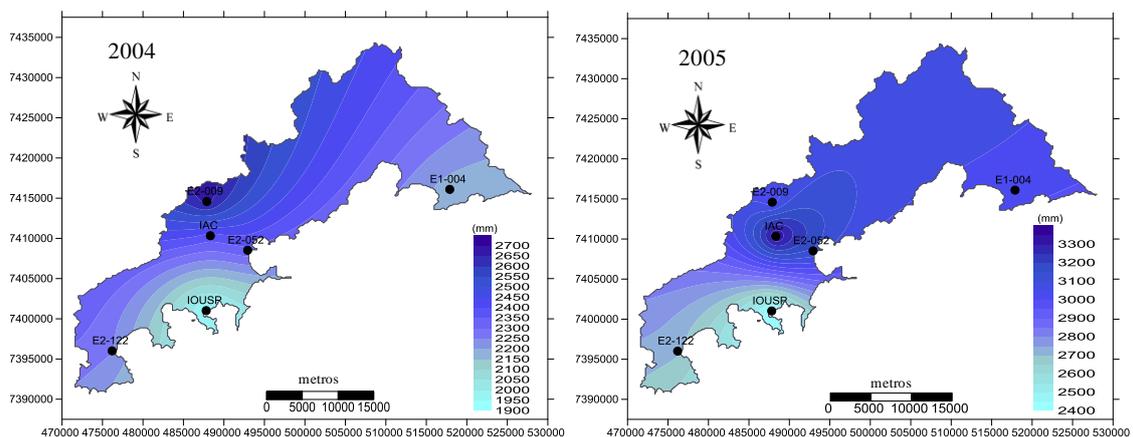


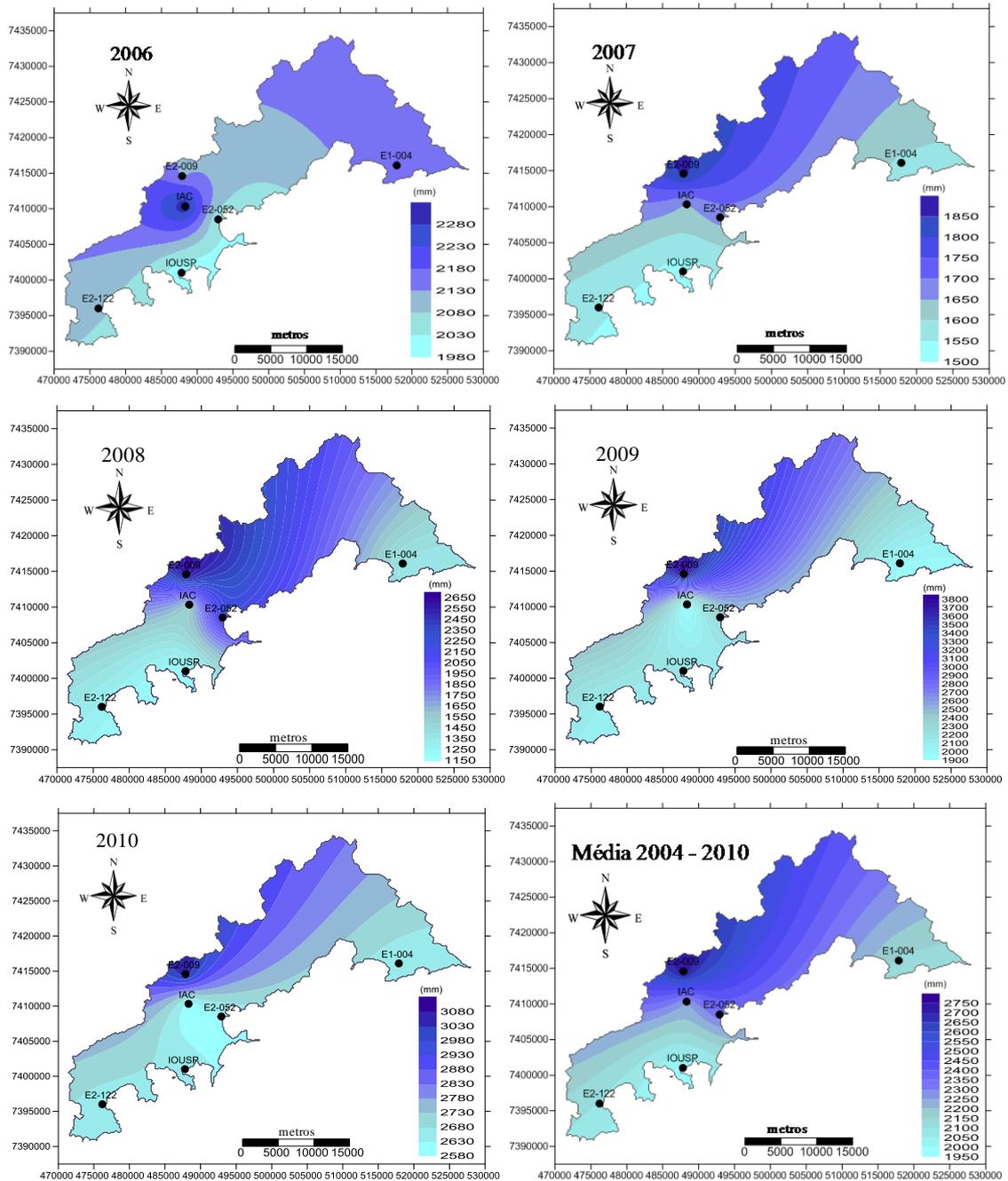
Outro fato interessante a ser destacado é que o ano de 2007 se apresentou abaixo do desvio padrão negativo em todos os postos. Entretanto, este trabalho busca identificar os impactos causados por eventos extremos (positivos) de precipitação, assim, as análises serão centradas nestes anos mais chuvosos.

Deste modo, destaca-se que o ano de 2005 se mostrou acima do desvio padrão positivo em cinco dos seis postos analisados (IAC, IOUSP, E1-004, E2-052, E2-122), sempre com totais pluviométricos elevados, chegando a atingir 3356,2 mm na estação meteorológica do IAC.

O ano de 2010, também se apresentou acima do desvio padrão positivo em quatro dos seis postos pluviométricos (IOUSP, E1-004, E2-052, E2-122), sendo que em todos esses postos os totais de precipitação ultrapassaram os 2600 mm. Ainda assim, deve-se ressaltar que no posto E2-009, o total de precipitação atingiu 3067,5mm em 2010, entretanto, não se configurou como um ano extremo para este posto devido a grande quantidade de chuva no ano de 2009, que protagonizou uma elevação no cálculo do desvio padrão positivo.

Com o intuito de se demonstrar de forma clara como ocorreu a distribuição da precipitação no município de Ubatuba em todos os anos analisados, elaborou-se uma série de mapas para se auxiliar em tal compreensão (coleção de mapas 01).





Coleção de Mapas 01 - Distribuição da Precipitação em Ubatuba-SP (2004-2010)

Fonte: IAC; IOUSP; DAEE

Org: GOMES, W. P.

Verifica-se, portanto, a concentração da precipitação nas áreas centrais do município e principalmente nos dois postos mais próximos das encostas da serra do mar (IAC e E2-009).

Neste sentido, percebe-se nitidamente a importância do efeito orográfico no que concerne aos maiores totais pluviométricos para esses dois postos, sendo visíveis as diferenças nas características das encostas e da planície. Entretanto, mesmo com



significativa importância, a orografia não se configura como o fator decisivo na gênese das chuvas no litoral paulista. As perturbações frontais são as responsáveis pelos totais elevados de precipitação.

Assim, os dados mostraram que o ano de 2005 foi extremamente acima do normal (chuvoso), sendo que em todos os postos analisados os totais de precipitações ultrapassaram os 2400 mm.

No sentido de finalizar tais análises, pode-se destacar que em relação a média (2004-2010), o município de Ubatuba-SP configurou-se como chuvoso com os totais médios de 1950 mm à 2750 mm de precipitação.

5 - Considerações Finais

Os impactos causados pelos eventos extremos de precipitação têm provocado muitas situações negativas, com perdas materiais e também em alguns casos, com perdas de vidas humanas.

Diariamente são noticiadas ocorrências de enchentes em vários pontos do país, principalmente nas grandes cidades como São Paulo e Rio de Janeiro, onde esses eventos provocam sérios problemas à sociedade.

De fato, os dados mostraram que o município de Ubatuba/SP sofre com totais pluviométricos bastante elevados e possui uma singularidade do ponto de vista climático, sendo que na sua dinâmica natural atuam diversos fatores do clima que influenciam de forma muito efetiva na sua complexidade.

Assim sendo, grande volume de chuvas associados à entrada de frentes frias na região, em conjunto com a ocupação urbana desordena, colaboram para que a população sofra ano após ano com enchentes, alagamentos, inundações e movimentos de massas, gerando problemas urbanos gravíssimos, principalmente no que concernem as questões sociais, econômicas e ambientais.

Outro fator interessante para a análise é que justamente nas áreas centrais do município onde há maior concentração das áreas construídas ocorre também a maior concentração das chuvas. Essa ocupação urbana ocorre quase sempre sem o planejamento urbano adequado e se tornam áreas mais suscetíveis a ocorrências dos impactos que afetam a cada ano um número cada vez mais expressivo de vítimas.

6 - Referências Bibliográficas

AMARAL, R.; RIBEIRO, R. R. Inundação e Enchentes. In: TOMINAGA, L. K; SANTORO, J.; AMARAL, R. **Desastres Naturais**. São Paulo: Instituto Geológico, 2009. Cap. 2. Pg. 39 - 52.



AMORIM, M.C.C.T. **O clima urbano de Presidente Prudente/SP.** São Paulo, 2000. 378p. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Filosofia Letras e Ciência Humanas – USP.

AYOADE, J. O. **Introdução à climatologia para os trópicos.** In: “Sistemas produtores de tempo”, Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 2003

BARBOSA, J. P. M. **Estudo sobre a evolução dos eventos extremos de precipitação no setor paulista da Serra do Mar.** XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos – São Paulo, 2007.

BRANDÃO, A. M. P. M. A ilha de calor de outono na cidade do Rio de Janeiro: configuração em situações sinóticas contrastantes. In: SANT' ANNA NETO, J. L.; ZAVATINI, J. A. (Org.) **Variabilidade e Mudanças Climáticas: implicações ambientais e socioeconômicas.** Maringá, Cap. 10, p. 193-210, 2000.

_____. Clima urbano e enchentes na cidade do Rio de Janeiro. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Org.) **Impactos Ambientais Urbanos no Brasil.** 3ª Edição, Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, Cap. 2, p. 47-110, 2005.

_____. O clima urbano na cidade do Rio de Janeiro. In: MENDONÇA, F.; MONTEIRO, C. A. F. (Org.) **Clima Urbano.** São Paulo, Cap. 04, p.121-154, 2003.

BRIGATTI, N. **Variação do nível do mar associada às situações sinóticas na gênese dos episódios extremos no município de Ubatuba/SP.** (Dissertação de Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2008.

CONTI, J. B. **Circulação secundária e efeito orográfico na gênese das chuvas na região lesnordeste paulista.** São Paulo, IGEOG/USP, 1975. (Série teses e monografias).

COELHO, M. C. N. Impactos ambientais em áreas urbanas - Teorias, Conceitos e Métodos de pesquisa. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Org.) **Impactos Ambientais Urbanos no Brasil.** 3ª Edição, Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, Cap. 1, p. 19-46, 2005.

CRUZ, O. **Contribuição Geomorfológica ao estudo de escarpas da serra do mar.** Revista, Instituto Geológico, São Paulo, 1990.

GOMES, W. P.; AMORIM, M. C. C. T. **Caracterização e classificação dos eventos extremos de precipitação através das técnicas estatísticas do desvio padrão e percentil, na cidade de Ubatuba/SP (2000-2010).** In: IX Semana de Geografia, 2013, Ourinhos. **Anais eletrônicos...Ourinhos;** UNESP, 2013. Disponível em <<http://www.ourinhos.unesp.br/semana/documentos/ANAIS.pdf>>. Acesso em: 16 fev. 2014.

LANDSBERG, M. E. **The urban climate.** New York: Academia Press, 1981.

MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I .M. **Climatologia: noções básicas e climas do Brasil,** In: “Circulação e Dinâmica Atmosférica”, São Paulo, Oficina de textos, 2007, p.95-p.100.

MENDONÇA, F. O clima urbano de cidades de porte médio e pequeno: aspectos teórico-metodológicos e estudo de caso In: SANT' ANNA NETO, J. L.; ZAVATINI, J. A. (Org.) **Variabilidade e Mudanças Climáticas: implicações ambientais e socioeconômicas.** Maringá, Cap. 09, p. 165-192, 2000



_____. O estudo do clima urbano no Brasil: evolução, tendências e alguns desafios. In: MENDONÇA, F; MONTEIRO, C. A. F. (Org.) **Clima Urbano**. São Paulo, Cap. 06, p.175-192, 2003.

MONTEIRO, C. A. de F. Teoria e clima urbano. São Paulo: IGEOG/USP, 1976, 181 p.

OKE, T. R. Boundary layer climates. Londres: Methuen & Co, 1978. 372 p.

SANT'ANNA NETO, J. L. **Ritmo climático e a gênese das chuvas na Zona Costeira Paulista**. (Dissertação de Mestrado) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, SP, 1990.

_____. **Da Climatologia Geográfica à Geografia do Clima: gênese, paradigmas e aplicações do clima como fenômeno geográfico**. Revista da ANPEGE. V. 4, 2008.

ROSEGHINI, W. F. F. **Ocorrência de eventos climáticos extremos e sua repercussão sócio-ambiental no litoral norte paulista**. (Dissertação de Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2007.