

## ANÁLISE DAS PRECIPITAÇÕES DIÁRIAS INTENSAS E IMPACTOS GERADOS EM FORTALEZA, CE\*

Maria Elisa Zanella\*\*  
Marta Celina Linhares Sales\*\*\*  
Nair Julia Andrade Abreu\*\*\*\*

### RESUMO:

Esse artigo envolve a temática dos problemas ambientais urbanos, na medida em que trata da ocorrência de eventos pluviométricos intensos e dos impactos pluviais na perspectiva do Sistema Clima Urbano - subsistema hidrometeorológico de Monteiro (1976, 2003). Consiste em identificar a ocorrência de totais pluviométricos diários iguais ou superiores a 60 mm, dentro dos municípios de Fortaleza, Maranguape e Pacatuba, assim como analisar os impactos na cidade de Fortaleza, destacando-se aqueles ocasionados pelo evento extremo ocorrido na série analisada. De acordo com os resultados, constatou-se um significativo número de eventos pluviométricos concentrados dentro da série estudada e muitos impactos gerados como a ocorrência de inundações em áreas de risco, mortes, engarrafamentos, queda de árvores, desabamento de casas, infiltrações generalizadas, falta de água, luz e telefone, entre outros. Verificou-se que muitos dos impactos pluviais ocorrem pela ocupação das áreas sujeitas às inundações e também em virtude da falta de infra-estrutura do município em questão.

### PALAVRAS-CHAVE:

Eventos pluviométricos extremos; Impactos pluviais; Inundações; Fortaleza/CE.

### ABSTRACT:

The article deals with environmental problems arising from urban extreme rainfall events. The impacts are analyzed from the perspective of Monteiro's (1976, 2003) **Sistema Clima Urbano – subsistema hidrometeorológico** (*Urban Climate System-subsystem Hydro meteoric*). This model identifies the occurrence of daily rainfall totals greater than or equal to 60 mm, in the municipalities of Fortaleza, Maranguape and Pacatuba. The results show a significant number of rainfall events concentrated in the series studied; show also impacts such as flooding in areas of risk, deaths, traffic jams, loss of trees, structural collapse of homes, widespread leaks, lack of water, electricity and telephone, among others. It was found that the impacts are the consequence of occupation of the areas subject to flooding, and of the lack of infrastructure of the municipality.

### KEY WORDS:

Extreme rainfall events; Rainfall impacts; Flooding; Fortaleza/CE.

### INTRODUÇÃO

Os fenômenos naturais relacionados ao clima, principalmente quando se apresentam como eventos extremos, geram nas sociedades inúmeros problemas, muitos dos quais de

caráter catastrófico, repercutindo negativamente na qualidade de vida das populações.

As maiores e mais significativas modificações que o homem faz sobre o ambiente

\*Resultado parcial do projeto "O estudo do clima urbano em Fortaleza sob o enfoque do Sistema Clima Urbano (SCU): um destaque para os episódios pluviométricos intensos e as inundações urbanas", junto ao CNPq.

\*\*Professora adjunta do Departamento de Geografia da UFC e Coordenadora do projeto. E-mail: elisazv@terra.com.br

\*\*\*Professora adjunta do Departamento de Geografia da UFC. E-mail: mclsales@uol.com.br

\*\*\*\*Geógrafa formada na UFC. E-mail: nairaandrad@yahoo.com.br

natural encontram-se nas grandes cidades. Embora existam muitos estudos sobre elas são raros os exemplos em que os resultados produzidos sejam aplicados diretamente em seu planejamento.

O presente trabalho envolve a temática dos impactos meteóricos (MONTEIRO, 1976, 2003), mais especificamente dos episódios pluviais concentrados, podendo contribuir para uma maior divulgação dos problemas correlatos, sensibilizando ou pressionando os gestores públicos a tomarem medidas para minimizar esses impactos.

De acordo com Brandão (2001), nos estudos sobre impactos pluviais, estes são, na maioria das vezes, enquadrados na categoria dos eventos naturais extremos, dependendo de sua magnitude e extensão espacial.

Considerando essa idéia e o fato de não ter sido feita uma análise detalhada da magnitude e extensão espacial de todos os episódios relacionados nesse trabalho, optou-se por referir-se a eles como episódios pluviais intensos, com exceção do ocorrido no dia 29 de janeiro de 2004, analisado detalhadamente e considerado neste estudo como evento pluvial extremo, já que atinge o total máximo (250 mm em 24 horas) dentro da série estudada (1974-2006).

Segundo Gonçalves (1992, 2003), mesmo com o grande avanço tecnológico e os esforços para o conhecimento das forças naturais, as sociedades ainda permanecem vulneráveis e parecem estar cada vez mais expostas aos "eventos naturais extremos", e independente da origem desses eventos e das áreas onde ocorrem, resultam em desastres naturais, com grandes perdas e prejuízos às economias nacionais e às populações expostas.

Ao analisar os dados referentes aos desastres naturais ocorridos no planeta entre os anos 1900 e 2000, com base nos bancos de dados existentes, Marcelino, Nunes e Kobiyama (2006) destacam o incremento destes a partir da década de 50, possivelmente relacionado ao

aumento da população global com maior exposição às vulnerabilidades. Especificamente para o Brasil indicam que do número total de desastres naturais ocorridos aproximadamente 60% vinculam-se as inundações.

É importante ressaltar que, de acordo com Gonçalves (1992, 2003), entre esses eventos naturais, os fenômenos pluviais extremos, sejam eles negativos ou positivos (secas e inundações), são os que provocam verdadeiro impacto no ambiente e na vida social e econômica de um país.

Dentro da perspectiva do Sistema Clima Urbano - S.C.U. de Monteiro (1976, 1991, 2003), os impactos causados pelas precipitações, em relação aos campos do conforto térmico e da qualidade do ar, são os menos estudados, embora nos últimos anos, o aumento das áreas por eles afetadas venha motivando consideravelmente as pesquisas neste campo.

A respeito do ambiente urbano no Brasil, os trabalhos relacionados ao impacto das chuvas nas cidades começaram a ganhar maior importância a partir da década de 1980, mas se ampliaram em número e áreas estudadas nas décadas de 1990 e 2000, sendo a cidade de São Paulo a mais privilegiada em relação às demais cidades brasileiras.

Alguns desses estudos tais como os de Pastorino (1971), Monteiro (1980), Paschoal (1982), Oliveira e Figueiroa (1984), Cabral e Jesus (1991), Gonçalves (1992, 2003), Brandão (2001), Serrano e Cabral (2004), Vicente (2005), Zanella (2006), entre outros, destacam a impermeabilização dos solos, a falta de infra-estrutura e de planejamento urbano nas cidades como principais responsáveis pelas inundações. Outros apontam ainda, o aumento no número de eventos pluviométricos intensos ocorridos nas últimas décadas e a intensa ocupação das áreas de risco (GONÇALVES, 1992, 2003; BRANDÃO, 2001; ZANELLA, 2006, entre outros).

Este trabalho também compartilha dessa temática, pois a cidade de Fortaleza, por ocasião do período chuvoso, é freqüentemente submetida a impactos decorrentes de eventos de chuvas concentradas, sendo as áreas de risco localizadas nas proximidades de rios e lagoas as mais atingidas. Assim, na medida em que trata desses problemas, o presente trabalho poderá ser útil para a elaboração de propostas de planejamento para a cidade.

Em pesquisas dessa natureza, faz-se necessário atentar para o sítio urbano da área em estudo, na medida em que os impactos pluviais estão relacionados não somente às condições climáticas, mas também ao funcionamento da rede de drenagem, aos processos de infiltração e escoamento, que por sua vez, estão ligados às variáveis solo, vegetação e relevo. Nesse caso, é importante mencionar que se considerou apenas o sítio urbano de Fortaleza, porque foram analisados apenas os impactos ocorridos dentro desse município.

Zanella (2006) ao realizar pesquisas sobre eventos pluviométricos intensos, no bairro Cajuru, em Curitiba, trabalhou com aqueles iguais e superiores a 60 mm em 24 horas, destacando na análise os superiores a 100mm diários.

Gonçalves (2003) constatou que os eventos de maior repercussão espacial na cidade de Salvador estão relacionados a intensidades de precipitação máxima em 24 horas, iguais ou superiores a 60 mm.

Apesar das diferenças entre Fortaleza e o espaço urbano de Salvador acredita-se, que

as precipitações diárias a partir desse valor são as que causam maiores impactos no município de Fortaleza. Por isso, optou-se por considerar, nesse trabalho, somente as chuvas diárias que se inserem nesse valor.

Assim, o objetivo desse estudo é identificar a ocorrência de eventos pluviométricos iguais ou superiores a 60 mm em 24 horas no município de Fortaleza e nos municípios de Maranguape e Pacatuba, esses dois últimos contendo as nascentes de rios que drenam a capital do estado, bem como analisar os impactos ocorridos dentro de Fortaleza. Objetiva ainda, identificar os sistemas atmosféricos geradores desses eventos e a participação de La niña no número de eventos ocorridos quando de sua ocorrência. Procurou-se, também, estabelecer a relação entre total anual de chuvas e número de eventos ocorridos no ano.

Na análise dos impactos considerou-se o evento pluviométrico de maior intensidade identificado no período correspondente a uma série de 33 anos (1974-2006).

## **METODOLOGIA**

O município de Fortaleza localiza-se no Norte do Nordeste do Brasil, mais precisamente na zona litorânea do estado do Ceará, entre as coordenadas geográficas 3° 45' 47" S e 38° 37' 35" W. Na figura 01 pode-se visualizar a localização do referido município bem como a localização de Maranguape e Pacatuba, além dos postos pluviométricos analisados.



FIGURA 01 - MAPA DE LOCALIZAÇÃO DOS MUNICÍPIOS E POSTOS PLUVIOMÉTRICOS

Esse trabalho utilizou como base teórico-conceitual os estudos de Monteiro (1976, 1991, 2003), considerando a teoria do Sistema Clima Urbano (S.C.U.), subsistema hidrometeorológico, que corresponde ao canal de percepção de impactos meteorológicos.

Ainda com base em Monteiro (1976, 2003), esse estudo não foi limitado apenas às precipitações, mas procurou-se entendê-las a partir de uma visão integrada dos sistemas atmosféricos atuantes, do sítio urbano e das atividades humanas (tanto por atuar modificando o ambiente como também por localizar-se em áreas sujeitas aos riscos de inundações).

Para identificação dos episódios pluviométricos iguais e superiores a 60 mm/24h se utilizou dados de três postos pluviométricos: um localizado no município de Fortaleza (Posto Fortaleza-FUNCEME); outro em Maranguape (Posto Maranguape); e o terceiro em Pacatuba (Posto Pacatuba). O interesse em conhecer as precipitações máximas ocorridas nesses dois últimos municípios fez-se pelo fato daquelas áreas abrigarem as nascentes de rios que drenam a cidade de Fortaleza, contribuindo de forma efetiva com aumento das vazões e conseqüentemente para as inundações nas suas margens dentro de Fortaleza.

Com relação às etapas da pesquisa, procedeu-se inicialmente, o levantamento e revisão bibliográfica, documental e cartográfica sobre o assunto e a área de estudo. Junto à FUNCEME, se obteve dados pluviométricos correspondentes à área e ao período estudado que corresponde a uma série histórica de 33 anos (1974-2006). Posteriormente, fez-se a identificação e registro dos episódios que interessavam à pesquisa. A série histórica de Pacatuba apresentou falhas nos anos de 1983 e 1987, e, portanto, esses dois anos não foram considerados na análise daquele município. As séries históricas de Fortaleza e Maranguape não apresentaram falhas.

O procedimento seguinte consistiu na interpretação e análise dos resultados. Para isso, recorreu-se ao aporte teórico obtido inicialmente. Finalmente, passou-se a analisar especificamente o episódio de maior pluviosidade registrado, ocorrido no dia 29 de janeiro de 2004 e seus impactos. Para essa análise, se considerou dados registrados no jornal "O POVO" sobre o referido evento, informações da Defesa Civil de Fortaleza, cartas sinóticas e imagens de satélite referentes aos dias 27, 28 e 29 de janeiro de 2004, visando

uma melhor compreensão do comportamento dos sistemas atmosféricos atuantes naquelas datas.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

### -Análise dos Eventos pluviométricos iguais e superiores a 60mm/24h

O subsistema "hidrometeorológico" envolve todas as manifestações meteorológicas de impacto, aqui considerados os eventos pluviométricos concentrados.

A tabela 01 contém dados relativos a pluviosidade de Fortaleza, Maranguape e Pacatuba. A partir desses dados, pode-se dizer que nos três municípios, para o período estudado, o número de eventos iguais ou superiores a 60 mm diários é bastante significativo, principalmente em Fortaleza.

No posto Fortaleza-FUNCEME, como se pode verificar em referida tabela, em apenas 3 dos 33 anos observados, não foi registrado nenhum dos episódios que aqui considerou-se como "possíveis" causadores de impactos pluviométricos, fato que está de acordo com Monteiro (2003), que afirma que no Brasil, em diferentes regiões, dificilmente há um ano em que não haja uma ou algumas cidades atingidas por fortes impactos pluviométricos.

Na década de 1970, embora os registros iniciem em 1974, ocorreram 27 eventos superiores a 60mm/24h em Fortaleza e 14 em Maranguape. Em Pacatuba os registros iniciaram em 1979. Na década de 1980 ocorreram 38 em Fortaleza, 24 em Maranguape e 22 em Pacatuba. Já na década de 1990, os eventos atingiram um número de 20 em Fortaleza, 16 em Maranguape e finalmente 26 em Pacatuba, embora esse resultado para Pacatuba possa indicar algum erro de registro.

TABELA 01: TOTAL PLUVIOMÉTRICO ANUAL E NÚMERO DE EVENTOS IGUAIS OU SUPERIORES A 60 MM DIÁRIOS, REGISTRADOS EM FORTALEZA, MARANGUAPE E PACATUBA

Ano	Posto Fortaleza-FUNCEME		Posto Maranguape		Posto Pacatuba	
	Total pluviométrico	Nº. de eventos intensos	Total pluviométrico	Nº. de eventos intensos	Total pluviométrico	Nº. de eventos intensos
1974	2751,3	9	2311,7	7	*	*
1975	1813,3	2	1499,2	0	*	*
1976	1489,8	4	1108,1	3	*	*
1977	2019,9	3	1344,1	1	*	*
1978	1557,1	6	1023,4	1	*	*
1979	1190,6	3	1018,1	2	970,5	2
1980	1216,0	4	1043,5	2	882,7	1
1981	1086,4	4	748,7	2	744,3	3
1982	1051,4	2	1003,5	1	815,8	0
1983	955,2	1	601,9	2	*	*
1984	2029,3	5	1430,0	3	1413,1	2
1985	2836,0	8	2122,0	3	1964,7	7
1986	2456,7	4	1808,2	2	1361,5	4
1987	1259,7	3	858,1	2	*	*
1988	1862,1	6	1723,0	4	2056,2	3
1989	1862,5	3	1369,0	3	1618,2	2
1990	978,1	1	630	1	750,3	3
1991	1548,7	3	1065,8	1	1181,7	6
1992	1088,8	1	808,6	2	955,2	2
1993	1042,7	3	550,9	1	659,7	0
1994	2379,6	2	1542,4	1	1960,3	4
1995	2143,5	6	1239,2	3	1636,6	3
1996	1708,2	4	1258,5	3	1604,8	4
1997	1143,3	0	687,8	0	804,2	2
1998	1012,4	0	756,0	1	809,8	1
1999	1346,6	0	1007,9	3	942,4	1
2000	1673,2	1	1567,4	3	1689,4	1
2001	1554,5	4	1161,2	2	1160,0	2
2002	1742,0	5	1363,2	2	1633,1	4
2003	2208,4	5	1539,7	4	1466,9	2
2004	1991,1	8	1297,4	7	1449,4	1
2005	1132,4	3	465,2	1	781,4	1
2006	1316,7	2	1023,0	5	1200,8	2
<b>Total de eventos</b>		<b>115</b>		<b>78</b>		<b>63</b>

FONTE: FUNCEME \* dados incompletos ou inexistentes

Acredita-se que comumente a ocorrência de La Niña, ao contrário do El Niño, contribua para que ocorra precipitação pluvial acima do normal no Norte do Nordeste do Brasil. Diante disso, é importante destacar que segundo Berlato e Fontana (2003), houve ocorrência de La Niña, entre outros anos, em 1974 e 1985. Conforme a tabela 01, no posto de Fortaleza, são justamente esses dois referidos anos, e também o de 2004 (ano neutro) os que apresentam o maior número de eventos pluviométricos intensos, podendo ser entendido como uma evidência de que esse fenômeno pode influenciar na atuação dos sistemas atmosféricos a nível regional e, portanto, em maiores índices pluviométricos como também na geração desse tipo de evento.

Há uma tendência de anos mais chuvosos serem também os que apresentam maior número de eventos intensos. No posto Fortaleza-FUNCEME, por exemplo, os três anos que apresentam o maior número de eventos intensos, no caso os anos de 1974, 1985 e 2004, também apresentam o maior total pluviométrico anual, com exceção do ano de 2004. Contudo esse último também apresentou totais superiores à média (1.619,6mm) para o período analisado. Em 2004 choveu 1.991,1mm conforme pode ser observado na tabela 01.

Em Maranguape, o ano de 1974 é também o mais chuvoso (2.311,7mm)

apresentando o maior número de eventos superiores a 60 mm diários, sendo que o ano de 2004 também apresenta o mesmo número de episódios. Entretanto, referido ano também registrou total pluviométrico anual bastante elevado para Maranguape. Com relação à Pacatuba, o maior total pluviométrico anual ocorreu no de 1985, coincidindo com o ano de maior número de eventos.

Contudo, ao se observar a correlação entre total pluviométrico e número de eventos, nota-se que isso não é sempre evidenciado, pois os resultados em termos estatísticos somente são significativos para Fortaleza ( $R = 0,68$ ) e não para Maranguape e Pacatuba ( $R = 51$  e  $R = 0,53$ , respectivamente). Conforme se pode visualizar nos gráficos de dispersão (Gráficos 01, 02 e 03) estabelecidos entre as duas variáveis – para os municípios de Fortaleza, Maranguape e Pacatuba, respectivamente - nem sempre anos de totais pluviométricos mais elevados são os que necessariamente apresentam o maior número de eventos, embora para Fortaleza a correlação encontrada foi maior. Isso evidencia a necessidade de alerta da defesa civil para todos os anos por ocasião da quadra chuvosa, independente da alta variabilidade interanual das precipitações, característica da região em estudo, ou das previsões pré-estabelecidas pelos meteorologistas.

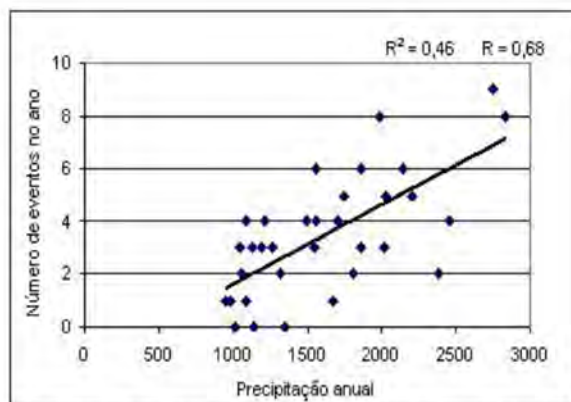


GRAFICO 01 - DISPERSAO ENTRE PRECIPITAÇÃO TOTAL E NUMERO DE EVENTOS PARA FORTALEZA.

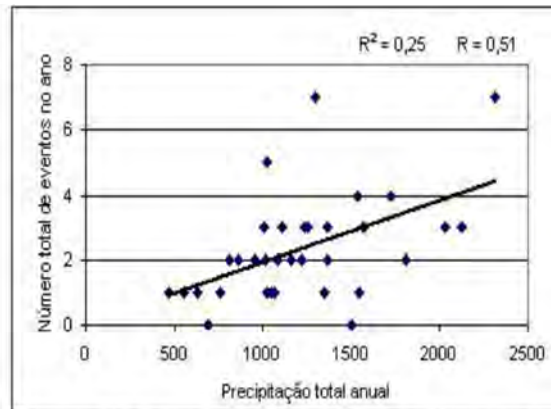


GRÁFICO 02 - DISPERSÃO ENTRE PRECIPITAÇÃO TOTAL E NÚMERO DE EVENTOS PARA MARANGUAPE

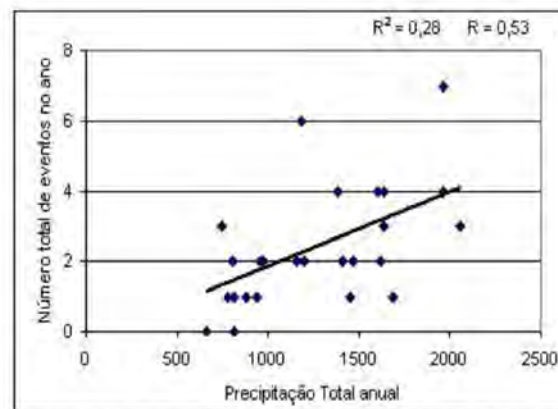
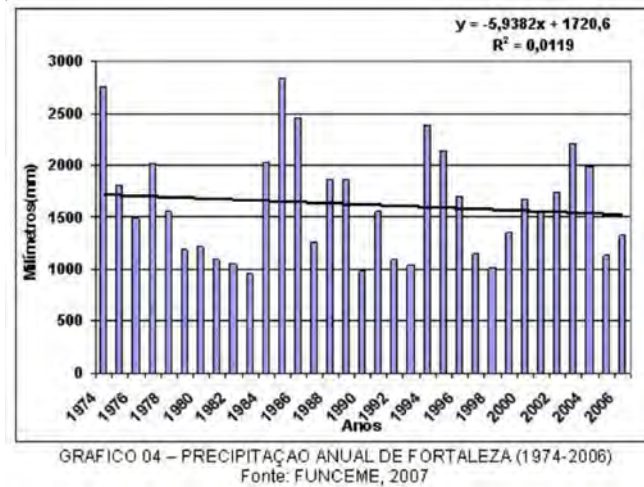


GRÁFICO 03 - DISPERSÃO ENTRE PRECIPITAÇÃO TOTAL E NÚMERO DE EVENTOS PARA PACATUBA

A observação do número de eventos por década, indica que houve uma diminuição considerável, em Fortaleza e Maranguape, do número de eventos na década de 1990 em relação à de 1980, já que não é possível compará-los aos da década de 1970 pela ausência de registros anteriores a 1974. Um dos fenômenos que pode ter influenciado nestes valores é o El Niño que para Fortaleza e os demais municípios aqui considerados, reduz os totais pluviométricos em virtude de sua influência na célula de circulação de Walker gerando subsidência do ar no Nordeste Brasileiro, diminuição dos processos convectivos, além de influenciar no

deslocamento da Zona de Convergência Intertropical. A tendência (Gráfico 04), embora não significativa em termos estatísticos, evidencia uma redução da precipitação na série histórica analisada para a capital do estado do Ceará. É importante considerar que, embora tenha ocorrido uma diminuição do número de eventos pluviométricos superiores a 60 mm/24h na década de 1990 em relação à de 1980, os eventos de maior magnitude são registrados em abril de 1997 e janeiro de 2004, sendo esse último o evento extremo ocorrido entre 1974 e 2006 e analisado com detalhes posteriormente.



Analisou-se também a frequência mensal dos eventos em estudo, conforme registrado na tabela 02.

De acordo com a referida tabela se observa que ao longo da série histórica analisada, tanto em cada um dos postos, como no total dos três, os meses de maior número de eventos são março e abril, correspondendo aos mais chuvosos em virtude da maior atuação da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), comprovando a preponderância desse mecanismo atmosférico no estabelecimento da estação chuvosa na região. Contudo, é

importante destacar que nesses meses também podem ocorrer os Complexos Convectivos de Meso-Escala (CCM), sistemas secundários importantes na geração de eventos de maiores magnitudes.

A ZCIT, segundo Ferreira e Mello (2005), é o fator mais importante na determinação de quão abundante ou deficiente serão as chuvas no norte do Nordeste do Brasil. Em março/abril ela atinge a sua posição mais meridional no hemisfério Sul gerando precipitação para todo o Estado do Ceará, incluindo, portanto, a área aqui analisada.

TABELA 02. FREQUÊNCIA MENSAL DE PRECIPITAÇÃO MÁXIMA (IGUAL OU SUPERIOR A 60 mm) EM 24 HORAS NOS MUNICÍPIOS DE FORTALEZA, MARANGUAPE E PACATUBA.

Postos pluviométricos	Eventos em mm	Meses do Ano											
		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Fortaleza/ FUNCEME	60-80	11	7	15	16	9	4	1	0	0	0	0	1
	100-120	0	2	5	3	1	0	1	0	0	0	0	0
	>120	1	1	4	3	1	1	0	0	0	0	0	0
	<b>Total</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>33</b>	<b>27</b>	<b>13</b>	<b>10</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>
Maranguape/ FUNCEME	60-80	5	7	13	13	6	7	4	0	0	0	0	0
	80-100	2	2	5	3	0	3	0	0	0	0	0	0
	100-120	0	1	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0
	>120	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<b>Total</b>	<b>8</b>	<b>10</b>	<b>20</b>	<b>18</b>	<b>8</b>	<b>10</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	
Pacatuba/ FUNCEME	60-80	4	2	11	13	7	1	0	0	0	0	0	1
	80-100	2	2	7	7	2	1	0	0	0	0	0	0
	100-120	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
	>120	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Total</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>19</b>	<b>21</b>	<b>9</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	

FORTE: FUNCEME, 2007



Baseando-se no fato de março e abril serem os meses de registro do maior número dos eventos aqui tratados, aliado à suposição de que nessa época, possivelmente o nível de água dos rios já estar bastante elevado, supõe-se que nesses meses ocorra também muitos impactos pluviais nas áreas sujeitas as inundações. Entretanto, é importante destacar o mês de janeiro por apresentar um número bastante elevado de eventos e neste mês tem-se como mecanismos atmosféricos mais importantes os Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis (VCAN's), além da atuação de Complexos Convectivos de Meso-escalas (CCM's), sistemas importantes na geração de eventos pluviométricos diários intensos.

Para caracterizar a ocorrência de eventos pluviométricos intensos em Fortaleza e os impactos resultantes deles, destaca-se nesse trabalho, o dia 29 de janeiro de 2004, correspondendo ao dia em que se registrou a maior pluviosidade diária do período estudado, também descrito por Zanella (2006).

#### **O EPISÓDIO PLUVIOMÉTRICO DO DIA 29/01/2004 E OS IMPACTOS CAUSADOS NA CIDADE DE FORTALEZA.**

É importante ressaltar que, segundo dados do posto Fortaleza-FUNCEME, o ano de 2004 registrou um total de 1.991,10mm de chuvas em Fortaleza, e somente no mês de janeiro alcançou 500 mm. A média para o referido mês da série histórica de 1974-2004 é de 124 mm. O gráfico 04 mostra a quantidade de chuvas para o mês, no qual se evidencia o evento extremo ocorrido, registrando um valor de 250 mm no dia 29 para a Estação da FUNCEME. Observa-se que, antecedendo ao episódio, os totais pluviométricos alcançados nos dias 27 e 28 foram elevados, contribuindo para agravar os problemas. Para os Postos de Maranguape e Pacatuba, os totais do dia 29 atingiram 83 mm e 50 mm, respectivamente, valor inferior ao de Fortaleza tendo em vista a sua localização mais afastada do litoral. O comportamento pluviométrico do estado do Ceará se caracteriza pela distribuição irregular no tempo e também no espaço, o que justifica os valores bastante diferenciados por ocasião do evento aqui considerado.

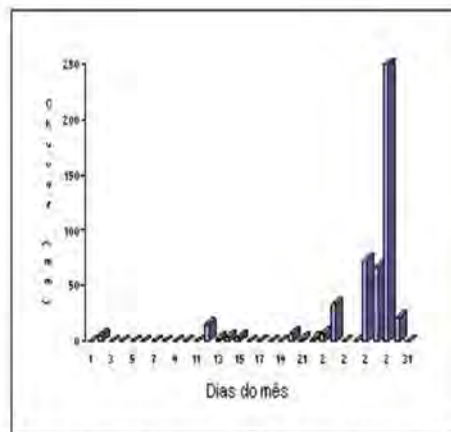


GRAFICO 04 – PLUVIOSIDADE DO MES DE JANEIRO DE 2004, EVIDENCIANDO O EVENTO DO DIA 29.  
Fonte: Posto Fortaleza – FUNCEME, 2007.

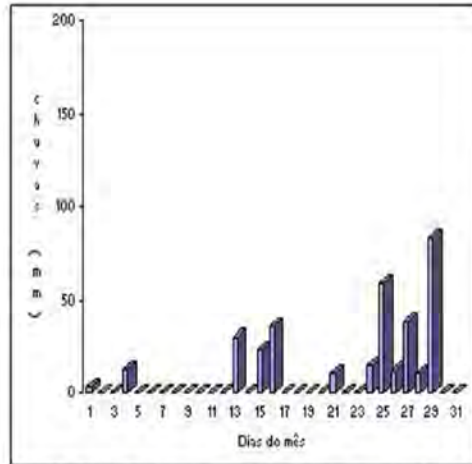


GRÁFICO 05 – PLUVIOSIDADE DO MÊS DE JANEIRO DE 2004, EVIDENCIANDO O EVENTO DO DIA 29.  
Fonte: Posto Maranguape – FUNCEME, 2007

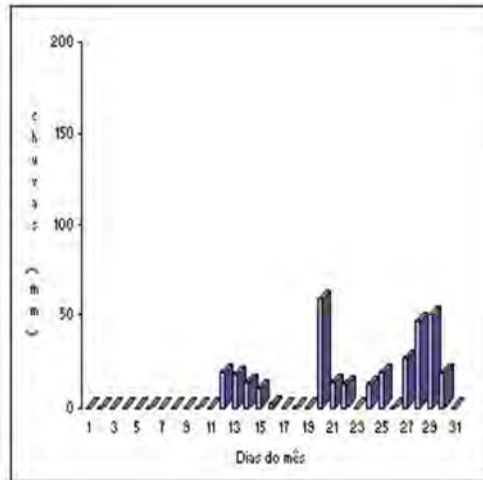


GRÁFICO 06 – PLUVIOSIDADE DO MÊS DE JANEIRO DE 2004, EVIDENCIANDO O EVENTO DO DIA 29.  
Fonte: Posto Pacatuba – FUNCEME, 2007

Para um melhor entendimento dos impactos das chuvas em Fortaleza, faz-se necessário salientar que o município é banhado por três bacias hidrográficas, sendo elas: bacia do rio Cocó, bacia do rio Maranguapinho e bacia da Vertente Marítima, esta última formada pelos

rios Jacarecanga, Pajeú e Maceió-Papicú. Além disso, o município apresenta inúmeros sistemas lacustres (lagoas e lagunas), como o da Parangaba, de Messejana, entre outras, muitas das quais com populações localizadas em suas margens.

As margens dos médios e baixos cursos do rio Maranguapinho e Cocó constituem-se em áreas planas sujeitas às inundações periódicas, e por isso são consideradas áreas de risco. Apesar disso, essas áreas são intensamente ocupadas pela população, contribuindo para que nelas ocorram os mais graves problemas relacionados aos episódios pluviométricos extremos, a exemplo do ocorrido no dia 29 de janeiro de 2004.

A população residente junto a esses corpos hídricos é predominantemente de baixa renda. Esse fato já vem sendo mencionado na bibliografia pertinente evidenciando que os impactos das chuvas atingem principalmente a população localizada nos espaços físicos, constituído, em muitos casos, em áreas de risco e insalubridade.

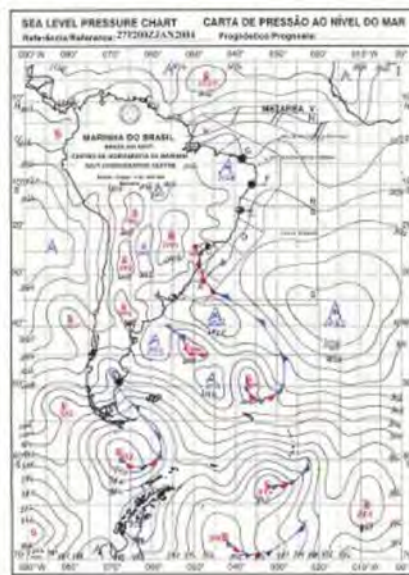
As planícies flúvio-marinhas formadas nas desembocaduras dos rios em Fortaleza também se encontram ocupadas pela população de baixa renda, e esta por sua vez, enfrenta problemas resultantes das inundações.

Deve-se considerar também que grande parte da superfície de Fortaleza encontra-se impermeabilizada, devido à construção de casas, edifícios, asfaltos, praças, entre outros. Isso diminui a infiltração da água das chuvas, colaborando para o aumento do escoamento superficial e ocorrência de inundações. Além disso, em alguns locais, a infra-estrutura de drenagem pluvial não está preparada para escoar um grande volume de águas, e ainda existe, entre outros problemas, o entupimento de galerias em virtude do lixo, que muitas vezes é jogado nestes locais.

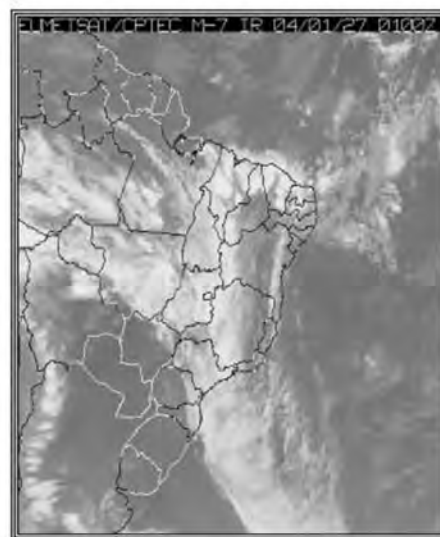
As figuras 02, 03 e 04 registram as condições do tempo dos dias 27, 28 e 29/01/04, respectivamente.

De acordo com Xavier (2004/2005) o ano de 2004 foi atípico, pois:

*“a atividade das frentes frias foi muito intensa, chegando a provocar chuvas em todo o Ceará, inclusive, associando-se a vórtices ciclônicos dos altos níveis em janeiro [...], em alguns casos atraindo a ZCIT para latitudes ao sul do Equador”* (2004/2005, p. 18).

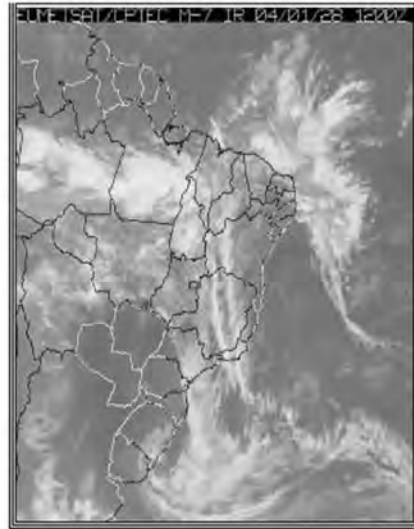
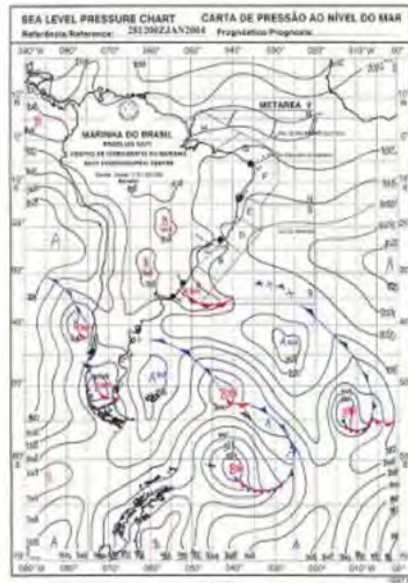


(2a)

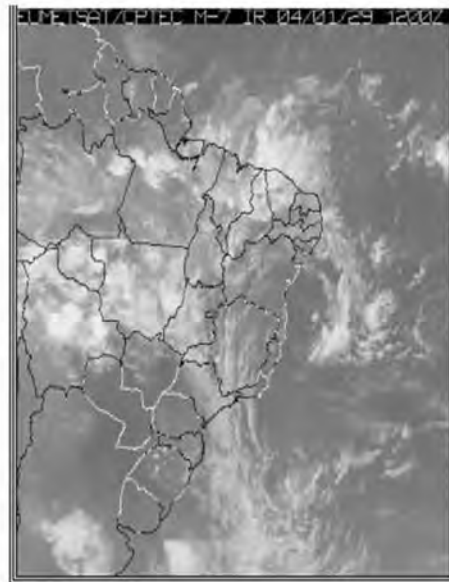
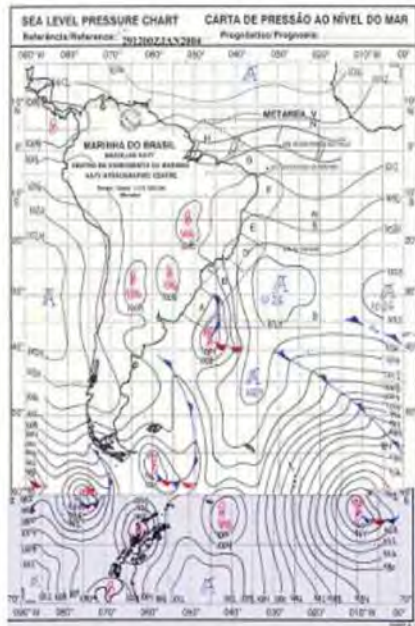


(2b)

FIGURA 02 – CARTA SINÓTICA (2a) E IMAGEM DE SATÉLITE (2b) DO DIA 27.01.2004



(3a) (3b)  
FIGURA 03 – CARTA SINOTICA (3a) E IMAGEM DE SATELITE (3b) DO DIA 28.01.2004



(4a) (4b)  
FIGURA 04 – CARTA SINOTICA (4a) E IMAGEM DE SATELITE (4b) DO DIA 29.01.2004

Com base nas cartas sinóticas e nas imagens do satélite Meteosat, evidencia-se, nesses dias, a atuação de diferentes sistemas atmosféricos na região. As Repercussões das Frentes Frias (RFF) associadas à formação de um Vórtice Ciclônico de altos níveis (VCAN), provocaram valores de chuvas importantes para os dias 27 e 28/01. Já no dia 29, a atuação do VCAN, causou totais pluviométricos elevados, não registrados desde o ano de 1974, quando iniciaram os registros da estação meteorológica da FUNCEME.

As chuvas do dia 29 de janeiro de 2004 causaram inúmeros impactos em Fortaleza, evidenciando a falta de infra-estrutura da cidade frente a eventos pluviométricos desta magnitude.

No caso específico deste estudo, o jornal foi um elemento importante e disponível para a identificação dos impactos negativos gerados na cidade de Fortaleza por ocasião do referido episódio. As considerações a respeito dos problemas gerados são realizadas mediante as informações obtidas junto às notícias do Jornal "O Povo" e pelos dados da Defesa Civil.

De acordo com o jornal "o Povo", vinte e cinco (25) bairros de Fortaleza foram atingidos pelas chuvas, ocorrendo danos em toda a cidade. Entretanto, os que sofreram maiores impactos foram: Barra do Ceará, Pirambu, Itaperi, Castelão, Antônio Bezerra, Genibaú e Bom Jardim, muitos dos quais com populações localizadas em áreas de risco.

De acordo com a defesa civil do município, 746 pessoas ficaram desabrigadas e 1.763 ficaram desalojadas. Das casas atingidas, 369 foram totalmente destruídas e 1.861 sofreram danos parciais. Além disso, houve registros de mortes resultantes das chuvas intensas.

As chuvas ocasionaram ainda o aparecimento de inúmeras doenças, sendo a maioria dos casos de crianças com desidratação, apresentando sintomas como diarreia e vômitos, pois são elas as primeiras a sofrerem as conseqüências da falta de saneamento.

O lixo acumulado nas ruas contribuiu para que as galerias e bueiros de Fortaleza ficassem entupidos. Estes locais constituem-se em ambientes propícios para ratos e baratas, conhecidos transmissores de doenças. A leptospirose é uma delas. A urina do rato é transportada, pelas águas, para o interior das casas atingindo pessoas que entram em contato com a água contaminada.

Os bairros de classe média-alta também sofreram impactos nesse dia, em função de alagamentos nas ruas e formação de crateras. Na aldeota, alguns carros caíram em buracos que haviam sido feitos durante obras da Prefeitura Municipal.

Nos bairros Benfica, Centro, Cocó, Fátima, Praia de Iracema, Parangaba, Pirambu e outros, muitas ruas e avenidas ficaram intransitáveis devido a abertura de crateras e alagamentos. Houve congestionamentos durante várias horas do dia, inclusive na BR 116, saída do Município.

No bairro Mucuripe algumas casas desabaram em virtude de deslizamentos de terra, e algumas pessoas atingidas pelas chuvas interditaram a Via Expressa para realizar protestos.

O Conjunto São Miguel foi um dos mais atingidos devido ao transbordamento das águas do rio Maranguapinho, sendo esta bacia hidrográfica a que apresenta os maiores problemas tendo em vista à ocupação, em grande escala, das planícies de inundação. Em algumas áreas mais críticas, a água chegou a aproximadamente 2 metros de altura dentro das casas. Na comunidade Zizi Gavião e no Genibaú ambas localizadas às margens do Maranguapinho várias famílias tiveram que abandonar suas casas. Todos os anos, por ocasião do período chuvoso e da ocorrência de eventos pluviométricos intensos, essa população é submetida às mesmas condições. No conjunto Fluminense, no Pirambu e no Barroso não foi diferente.

No morro de Santa Terezinha, onde se localizam aproximadamente 255 famílias em áreas de risco, casas foram soterradas pelos deslizamentos de areia das dunas. No bairro Castelo Encantado, também ocorreram deslizamentos.

As chuvas do dia 29/01 trouxeram danos também às comunidades que ficam localizadas próximas ao rio Cocó. Aerolândia, Dias Macêdo, Boa Vista e Jardim Violeta são alguns dos bairros que ficaram mais afetados durante o temporal. Na BR-116, também próximo ao Makro, o fluxo no sentido do Castelão ficou praticamente parado e o engarrafamento de mais de um quilômetro de veículos permaneceu durante toda a manhã.

No Lagamar, a situação é a mesma em todos os anos durante o período chuvoso. Isso ocorre porque o Canal do Lagamar transborda com a ocorrência de eventos pluviométricos mais intensos. Em situação tão crítica quanto a do Lagamar, estava a comunidade que fica na margem da Avenida Deputado Paulino Rocha, no Jardim Violeta, próximo ao Castelão e também a comunidade localizada nas margens da Avenida Alberto Craveiro, no bairro Boa Vista.

Além dos impactos já mencionados, outros danos ocorreram na cidade, tais como abertura de crateras em várias ruas e avenidas, quedas de muros, destruição de barracas de comerciantes, árvores arrancadas, postes de luz tombados, prejudicando o abastecimento temporário de energia para alguns bairros. Infiltrações e goteiras também foram comuns em toda a cidade. Problemas de falta de água e telefone também contribuíram para ampliar os problemas causados à cidade.

De acordo com o que se observa das considerações feitas pelo jornal, a Defesa Civil mostrou-se ausente, mostrando a dificuldade e o despreparo dos órgãos públicos frente a eventos climáticos desta magnitude.

Com relação às medidas tomadas para enfrentar os problemas causados pela chuva no município, os gestores públicos citaram a

evacuação das populações atingidas e a construção de abrigos provisórios para alojar os desabrigados, evidenciando medidas do tipo corretivas e não preventivas.

Embora este artigo trate dos impactos gerados na cidade de Fortaleza, é importante destacar que todo o Estado foi atingido pelas cheias. Algumas rodovias estaduais e federais foram interrompidas em virtude de: transbordamento de rios; transbordamento ou arrombamento de açudes; pontes caídas; desmoronamento de barreiras; ampliação de buracos nas rodovias; lama; entre outros. Vale registrar inclusive a acumulação de água no Açude Castanhão, que naquele ano encontrava-se em fase de finalização, tendo nesse evento atingido um volume de água próximo da sua capacidade máxima de 6,7 bilhões de metros cúbicos, ocorrendo o sangramento nos primeiros dias de fevereiro, o que despertou muita preocupação nas autoridades responsáveis pelo seu gerenciamento.

Atualmente a Prefeitura Municipal de Fortaleza desenvolve projetos específicos para a minimização dos problemas de inundações nas áreas de risco de Fortaleza. Exemplo deles é o Projeto Maranguapinho, que objetiva o re-assentamento de famílias localizadas em suas áreas de risco para conjuntos habitacionais, além da limpeza e recuperação ambiental do mesmo. Outro projeto é o Águas de Março desenvolvido por uma ONG – CEARAH Periferia - e se constitui no cadastramento das famílias localizadas em áreas de risco a fim de obter o registro de quantas famílias residem nestas áreas, para que no período chuvoso, a Defesa Civil possa tomar medidas preventivas. O cadastramento tende a ser uma prática constante com o intuito de estruturar planos de ações nas áreas localizadas a beira dos rios Maranguapinho e Cocó sendo estas as mais vulneráveis a inundações (RIBEIRO et. al, 2006).

### ALGUMAS CONSIDERAÇÕES

Os impactos das precipitações constituem-se em dos problemas mais sérios do Sistema Climático Urbano, principalmente nas cidades dos países emergentes, dadas às conseqüências geradas por eventos de maior magnitude, relacionados às inundações urbanas.

As características do quadro natural, associadas aos processos de ocupação e impermeabilização do solo, apontam para Fortaleza muitos problemas relacionados a alagamentos e inundações. Atualmente, a intensa ocupação das áreas de risco, tem provocado maior potencial de danos relacionados ao fenômeno das cheias que ocorrem no primeiro semestre de cada ano, relacionados aos totais mais elevados de precipitação deste mesmo período.

De acordo com os resultados obtidos na pesquisa, observou-se, de uma maneira geral, certa relação entre o número de eventos pluviométricos intensos e os totais pluviométricos anuais em anos de totais anuais mais elevados. Assim é que os anos de 1974 e 1985 de ocorrência de La Niña mostraram-se mais chuvosos e apresentaram os números mais elevados de eventos superiores a 60 mm/24h. Contudo, nem sempre isso é evidenciado, conforme apontam as correlações estabelecidas entre as duas variáveis, principalmente para Maranguape e Pacatuba, portanto, anos mais chuvosos nem sempre são os que apresentam os números mais elevados de eventos intensos.

Com relação à distribuição mensal dos eventos, observou-se um maior número nos meses de março e abril, coincidindo com os meses de maiores precipitações mensais, quando a ZCIT atua com maior intensidade no Norte do Nordeste brasileiro e, portanto, na cidade de Fortaleza.

O episódio pluviométrico ocorrido no dia 29 de janeiro de 2004 deixou Fortaleza em situação de calamidade, tanto pelo fato de ter atingido um total de 250 mm diário, como também em virtude da cidade apresentar a maior parte do solo impermeabilizado, ruas com infra-estrutura precária, sistema de coleta de águas pluviais insuficiente, e muitas pessoas morando em áreas sujeitas à inundações. Inúmeros bairros e comunidades sofreram impactos decorrentes das chuvas intensas, principalmente aqueles localizados em áreas próximas aos leitos dos rios Maranguapinho e Cocó. Contudo, bairros de classe média-alta também foram atingidos pelas chuvas, o que evidencia a falta de infra-estrutura e planejamento urbano da cidade de Fortaleza frente a eventos pluviométricos desta magnitude. Além disso, observa-se também, a dificuldade dos órgãos de defesa civil para lidar com os referidos eventos.

Diante disso, destaca-se a importância desse estudo pela possibilidade de gerar subsídios aos planejadores e tomadores de decisão e assim contribuir para uma melhor organização do ambiente urbano de Fortaleza.

### Bibliografia

BERLATO, M. A; FONTANA, D.C. El niño e la Niña: impactos no clima, na vegetação e na agricultura do Rio Grande do Sul; aplicações e previsões climáticas na agricultura, Porto Alegre: Ed. da UFRGS, 2003.

BRANDÃO, A.M. de P.M. Clima Urbano e Enchentes na cidade do Rio de Janeiro. In:

Impactos Ambientais Urbanos no Brasil, Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, p. 47-1-2, 2001.

CABRAL, E. e JESUS, E.F.R. Eventos pluviais extremos na Grande São Paulo em 1981: impactos na vida urbana. In: Simpósio de Geografia Física Aplicada, 4, 1991, Porto Alegre, Anais, p.175-182.

FERNANDES, L. e CABRAL, E. Análise das Áreas de Inundação no Município de Bragança Paulista/SP. VI SBCG. Aracaju, 2004.

FERREIRA, A.G. e MELLO, N.G.S. Principais Sistemas atmosféricos atuantes sobre a Região Nordeste do Brasil e a influência dos oceanos Pacífico e Atlântico no clima da Região. Revista Brasileira de Climatologia. ABC, ano 1, dez 2005.

GONÇALVES, N.M.S. Impactos Pluviais e Desorganização do espaço Urbano em Salvador – BA. São Paulo: Tese de Doutorado em Geografia Física, Universidade de São Paulo, 1992.

GONÇALVES, N.M.S. Impactos Pluviais e Desorganização do espaço Urbano em Salvador. In. Clima Urbano. MONTEIRO & MENDONÇA. Contexto, 2003.

JORNAL O POVO, 30 de janeiro de 2004.

MARCELINO, E. V.; NUNES, L. H. ;KOBAYAMA, M. Banco de dados de desastres naturais: análise de dados globais e regionais. In: Caminhos de Geografia – Revista on line. Uberlândia, n. 19, v.6, p. 130-149, 2006.

MONTEIRO, C.A.F. Teoria e Clima Urbano. São Paulo: IGEOC-USP, 181p. 1976.

\_\_\_\_\_. Clima e Excepcionalismo – conjecturas sobre o desempenho da atmosfera como fenômeno geográfico. Florianópolis, UFSC, 241p, 1991.

\_\_\_\_\_. Environmental Problems in São Paulo Metropolitan Area: the role of urban climate with special focus on flooding. In: Symposium on Geographical aspects of Environmental problems in highly urbanized territories, 24 th International Geographical Congress, IGU, Tokio, 1980.

\_\_\_\_\_. Teoria e Clima Urbano: um

projeto e seus caminhos. IN: Clima Urbano. MONTEIRO & MENDONÇA, 2003.

OLIVEIRA, M.C. & FIGUEIRÔA, S.F.M. Enchentes em São Paulo, um problema do Século Passado. Rev. IG, São Paulo, v.5., no. 1 e 2, p. 55-58, 1984.

PASCHOAL, W. As inundações no Cambuci: Percepção e reação do habitante e usuário de uma área central da metrópole a um de seus problemas mais sérios. Dissertação de Mestrado- Departamento de Geografia – USP. 1981, 123p.

PASTORINO, L.A. O problema das enchentes na Região de São Paulo. Caderno de Ciências da Terra, n.19 São Paulo, Instituto de Geografia, USP, 1971.

RIBEIRO, L.S.; GADELHA, F.M.O.; MAGALHÃES, G. B.; ALMEIDA, L.Q. ZANELLA, M.E. Inundações urbanas em fortaleza-ce: o exemplo da planície fluvial do rio Maranguapinho. Anais do IV Simpósio Sul-Americano de Geografia Física Aplicada. Maringá, 2006.

SERRANO, A.F. e CABRAL, E. Análise das áreas de inundação no Município de Atibaia/SP. VI SBCG, Aracaju, 2004.

VICENTE, A.K. Eventos extremos de precipitação na Região Metropolitana de Campinas. Dissertação de Mestrado. Geografia. UNICAMP, 2005.

ZANELLA, M.E. Inundações Urbanas em Curitiba/PR: impactos, riscos e vulnerabilidade socioambiental no Bairro Cajuru. Tese de Doutorado. Meio Ambiente e Desenvolvimento - UFPR, 2006.

ZANELLA, M.E. Eventos pluviométricos intensos e impactos gerados na cidade de Curitiba/PR – Bairro cajuru: um destaque para as inundações urbanas. Mercator, ano 05, número 9, 61-74, 2006.

Trabalho enviado em setembro de 2008

Trabalho aceito em fevereiro de 2009



