



## RISCOS NATURAIS E SÍTIO URBANO - INUNDAÇÕES NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MARANGUAPINHO, REGIÃO METROPOLITANA DE FORTALEZA, BRASIL

**Lutiane Queiroz de Almeida**

*Doutor em Geografia, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" - UNESP, Rio Claro, SP. Bolsista FAPESP processo n. 07/50114-1 - Rua Osvaldo Aranha, n. 193-B, Parangaba - CEP 60720-840 - Fortaleza, CE - e-mail: lutianealmeida@hotmail.com*

**Pompeu Figueiredo de Carvalho**

*Professor Adjunto Doutor (Livre Docente), Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" - UNESP, Campus Rio Claro - Av. 24-A, 1515 - Caixa Postal 178 - CEP 13506-900 - Rio Claro, SP - e-mail: pompeufc@rc.unesp.br*

---

### Resumo

O objetivo desse artigo é analisar a relação entre os riscos naturais e o processo de estruturação e ocupação do sítio urbano da Região Metropolitana de Fortaleza, Ceará, tendo a bacia hidrográfica do rio Maranguapinho como recorte espacial para um estudo de caso sobre as inundações urbanas. A metodologia empregada neste artigo avaliou as condições climáticas, principalmente a distribuição espaciotemporal das precipitações pluviométricas; as características do sítio urbano; o processo acelerado de urbanização e suas conseqüências; e os territórios de riscos formados da interação entre espaços expostos à ocorrência de inundações e população susceptível a esses fenômenos devido às condições de vulnerabilidade social. Os resultados da pesquisa possibilitaram concluir que há uma forte relação entre as características geoambientais (topografia plana do sítio urbano, irregularidade climática no que tange às precipitações pluviométricas) e a ocupação de sítios susceptíveis às inundações, principalmente por população mais pobre, que resultou na estruturação de territórios de risco na Região Metropolitana de Fortaleza.

**Palavras-chave:** riscos naturais; sítio urbano; inundações.

### Abstract

The objective of this article is to analyze the relation between the natural risks and the process of structuration and occupation of the urban site of the Metropolitan Region of Fortaleza, Ceará, having the hydrographic basin of the Maranguapinho river as space clipping for a case study on urban floodings. The methodology used in this article evaluated the climatic conditions, mainly the distribution of precipitations in the space and time; the characteristics of the urban site; the sped up process of urbanization and its consequences; e the territories of risks formed of the interaction between spaces exposed to the occurrence of floodings and susceptible population to these phenomena due to the conditions of social vulnerability. The results of the research make possible to conclude that it has a strong relation between the geoenvironmental characteristics (plain topography of the urban site, climatic irregularity in what it refers to precipitations) and the occupation of exposed sites to floodings, mainly for poor population, that resulted in the structuration of risk territories in the Metropolitan Region of Fortaleza.

**Keywords:** natural risks; urban site; floodings.

## Introdução

A bacia hidrográfica é unidade espacial estudada pela Geografia (principalmente pela Geografia Física) desde meados da década de 1960, por constituir-se como célula básica para os estudos ambientais e análises integradas e sistêmicas.

É no espaço da bacia hidrográfica que se torna possível o entendimento mais amplo da inter-relação e da dinâmica dos componentes ambientais – relevo, solo, clima, vegetação, recursos hídricos. Também é o território privilegiado para a compreensão dos conflitos produzidos pela estruturação do território engendrada pelo homem e as consequentes mudanças ambientais.

Com efeito, os rios (bem como sua dinâmica, processos e formas resultantes) constituem o reflexo ou a resultante desses processos.

Dentre os fenômenos ditos “naturais” ocorrentes no espaço da bacia hidrográfica e de estreita relação com a dinâmica fluvial, as inundações são consideradas as maiores causadoras de desastres, com as maiores consequências e grandes parcelas de vítimas e prejuízos, principalmente em extensões territoriais densamente povoadas.

Nos espaços urbanizados, as inundações estão entre as ameaças naturais que mais causam danos humanos e materiais. Os problemas causados por esses fenômenos estão fortemente correlacionados a uma histórica posição de arrogância por parte da sociedade quanto à dinâmica “natural” da bacia hidrográfica, mas também de “inocência” ou de inadvertência no que concerne à ocupação das margens dos rios por populações marginalizadas (“marginais”, tanto do ponto de vista da localização da moradia, quanto do ponto de vista socioeconômico) da sociedade urbano-industrial.

Constantemente, o homem ensaia adaptar as condições naturais do sítio urbano aos interesses de uso e ocupação do solo urbano, regido principalmente pelo imediatismo e pela ganância. A especulação imobiliária, os diferentes preços da terra urbana e as desigualdades sociais, instituem espaços fortemente segregados, onde quem não tem poder econômico adquire os espaços mais susceptíveis a fenômenos naturais, como as inundações.

Modernamente, as preocupações com os desastres causados por inundações na Geografia são reportados aos trabalhos de G. F. White, com a sua “natural hazard research school”. Sobre o autor, Reghezza (2006) enfatiza a filiação acadêmica de White, estreitamente ligada aos estudos de planejamento de planícies inundáveis com base em demandas oficiais, mas que o ajudaram na definição de seus pressupostos de pesquisa.

O conhecimento das causas de certos fenômenos que podem se transformar em desastres se tornou um dos mais importantes campos do conhecimento geográfico. Entender quais os mecanismos de desencadeamento, funcionamento,

frequência e magnitude de um fenômeno, tal como uma inundação, é de fundamental importância para o direcionamento de medidas de redução de desastres.

Os desastres naturais, entretanto, não podem ser analisados apenas com suporte desta perspectiva, pois isso restringiria o conhecimento ao natural ou tecnológico, quando na verdade o conceito de desastre é em si uma categoria social (HERZER e VIRGILIO, 1996). Nesta perspectiva, é interessante questionar as variáveis sociais que incidem e se conjugam com as variáveis naturais para a ocorrência de um desastre.

Nesse contexto, uma inundação é um fenômeno natural, normal, habitual e esperável, já que faz parte do comportamento hidrometeorológico de uma região, que se transforma em desastre quando promove consequências políticas, sociais e econômicas que supõem uma regressão e um atraso no já baixo nível de crescimento econômico que apresentam os países em desenvolvimento, incluso o Brasil e demais países da América Latina (HERZER e VIRGILIO, 1996).

É preciso se fazer a distinção entre os conceitos de cheia ou *enchente* e de *inundação*. A enchente é o fenômeno que ocorre quando há aumento do nível de água de um rio em razão de fortes precipitações periódicas, mas sem transbordamento de seu leito menor ou leito de cheia. Já a inundação se dá quando há o transbordamento d’água para além do leito de cheia e há a ocupação do leito maior ou planície fluvial (BRASIL, 2007 - cf. figuras 1 e 2).

Assim, uma planície inundável é o resultado da interação histórica entre os componentes ambientais e a produção social da cidade, e na qual uma inundação põe à mostra as dificuldades que existem para o seu funcionamento, ensejando um conjunto extra de investimentos para que se retorne à normalidade.



Figura 1 - Tipos de leitos fluviais. Fonte: Christofolletti (1981).



Figura 2 - Perfil esquemático dos processos de enchente e inundação. Fonte: Brasil (2007).

A verdade, porém, é que existe uma forte ambiguidade quanto à percepção das inundações como fenômeno natural. Ao mesmo tempo em que para alguns grupos sociais as inundações periódicas dos rios promovem a fertilização de solos marginais e, por conseguinte, utilizados para a agricultura, as inundações destroem vidas humanas, tanto por afogamento, danos diretos e seus bens, quanto pelas doenças de veiculação hídrica e pela fome.

No Brasil, a conformação entre urbanização, migrações, desigualdades socioespaciais e degradação ambiental produz territórios propícios a ocorrências de desastres atrelados às inundações urbanas<sup>1</sup>. O crescimento urbano descontrolado, as carências de infraestrutura, a pobreza e a estrutura política que privilegia alguns em detrimento da maioria, aliada à ocupação de espaços expostos a perigos naturais, geraram desde 1950 ambientes de intensa vulnerabilidade e um enfraquecimento da capacidade de resposta da sociedade às crises e urgências, o que pode ser comprovado com o aumento da frequência e da magnitude das catástrofes na região.

Para a realidade do Brasil, em função de suas condições geoambientais e socioculturais, os principais perigos naturais recorrentes estão associados a fenômenos morfodinâmicos, hidrológicos e climáticos, caso dos movimentos de terra, das secas e, principalmente, das inundações.

Dessa forma, o objetivo desse artigo é analisar a relação entre os riscos naturais e o processo de estruturação e ocupação do sítio urbano da Região Metropolitana de Fortaleza, Ceará, tendo a bacia hidrográfica do rio Maranguapinho como recorte espacial para um estudo de caso sobre as inundações urbanas.

## Caracterização geral da área de estudo

Nesse âmbito, a bacia hidrográfica do rio Maranguapinho faz parte do contexto de intensas mudanças socioambientais pelo qual a Região Metropolitana de Fortaleza – RMF passou nos últimos 40 anos. A expansão urbana, o crescimento da população, o equacionamento da qualidade de vida, o comprometimento dos serviços públicos, a degradação ambiental e a consequente ampliação das vulnerabilidades são alguns dos processos ocorrentes na Metrôpole cearense e, de maneira desproporcional, na bacia hidrográfica do rio Maranguapinho (figura 3).

A **bacia hidrográfica do rio Maranguapinho** localiza-se na porção oeste do aglomerado urbano da Região Metropolitana de Fortaleza - RMF, precisamente na faixa litorânea do Estado do Ceará, na porção setentrional da Região Nordeste do Brasil. Apresenta-se inserida entre as coordenadas 3° 42' e 3° 58' de latitude sul e 38° 35' e 38° 44' de longitude oeste de Greenwich, drenando parte dos Municípios de Maranguape (alto curso), Maracanaú (médio curso), Caucaia e Fortaleza (parte do médio e o baixo curso), desaguando em seguida no rio Ceará a 5 km do oceano Atlântico, dividindo a mesma foz e planície fluviomarinha. Possui suas nascentes nas serras de Maranguape (sudoeste da bacia) e de Aratanha (sudeste da bacia), formando, por conseguinte, seus principais afluentes, que confluem até se encontrar no médio curso, entre os Municípios de Maranguape e Maracanaú. O rio Maranguapinho, que faz parte com conjunto de Bacias Metropolitanas, possui uma área total de drenagem de 217,15km<sup>2</sup>, com comprimento de aproximadamente 35,7km que se desenvolve no sentido sudoeste-norte e com perímetro da bacia de 107,51km.

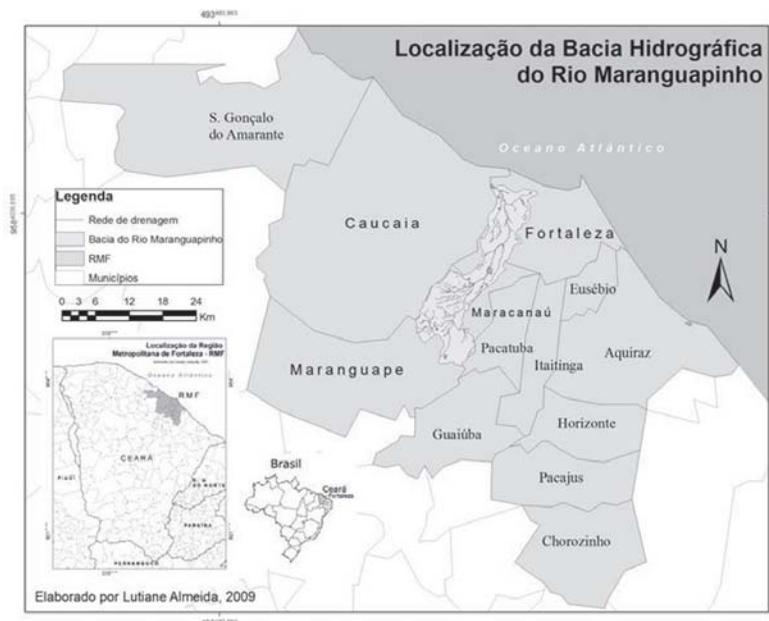


Figura 3 - Localização geográfica da bacia hidrográfica do rio Maranguapinho. Fonte: elaborado por Almeida, 2009.

<sup>1</sup> O Brasil é um dos países mais atingidos por fenômenos naturais perigosos. Em 2008, o país estava na 13ª colocação entre os países mais afetados por esses tipos de eventos, sendo pelo menos dois milhões o número de pessoas atingidas por desastres naturais, principalmente atrelados aos processos atmosféricos, tais como as precipitações pluviométricas. (ALMEIDA e PASCOALINO, 2009, p. 2).

## Procedimentos metodológicos

Para efeito de análise dos espaços de risco de inundações no âmbito da bacia hidrográfica do rio Maranguapinho, e levando-se em conta estudos realizados sobre a temática das inundações urbanas e dos processos que as engendram, faz-se necessário avaliar os três fatores primordiais para o entendimento desses fenômenos:

- condições climáticas, principalmente a distribuição espaciotemporal das precipitações pluviométricas;
- características do sítio urbano; e
- o processo acelerado de urbanização e suas consequências.

Num segundo momento, analisou-se o episódio de 29 de janeiro de 2004, exemplo marcante na histórica relação da RMF com os perigos naturais, notadamente as inundações.

Para a obtenção dos dados analisados, utilizou-se de levantamento bibliográfico e documental sobre as condições climáticas da RMF, principalmente no que tange às precipitações pluviométricas; as características topográficas da bacia hidrográfica do rio Maranguapinho e da RMF; e a evolução urbana e o surgimento de territórios de risco naturais.

Para a avaliação das características topográficas da RMF, fez-se uso de imagens orbitais em 3 dimensões do Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil, de acordo com INPE (2009), com a sobreposição do *shape* de delimitação da RMF e de seus municípios (BRASIL, 2008), com a utilização de programas de geoprocessamento e SIG.

Na avaliação dos territórios de risco, foram realizadas visitas às defesas civis dos municípios drenados pela bacia hidrográfica do rio Maranguapinho; foram utilizadas imagens de satélite Google Earth para avaliação inter-temporal de algumas áreas sob risco de inundação; foram realizadas visitas de campo e documentação fotográfica de algumas áreas de risco de inundação; e pesquisa em periódicos de circulação local e diária para documentar o episódio de 29 de janeiro de 2004.

## Condições climáticas regionais e distribuição espaciotemporal das precipitações

A compreensão das inundações que ocorrem nas cidades não pode prescindir dos estudos do comportamento climático (regional e local), notadamente no que diz respeito ao regime pluviométrico, destacando-se os eventos

pluviométricos intensos e de curta duração (ZANELLA e MELLO, 2006).

Tais eventos, característicos de regiões tropicais, interagem com os demais componentes ambientais e concorrem para agravar a ocorrência das inundações urbanas. Dessa forma, é preciso compreender a dinâmica atmosférica regional e seu regime pluviométrico, condição imprescindível para a análise das inundações na bacia hidrográfica do rio Maranguapinho.

Assim, os principais sistemas atmosféricos produtores de precipitação, tanto na Região Nordeste do Brasil como um todo, quanto, de modo específico, no Estado do Ceará e na RMF, são: a *Zona de Convergência Intertropical – ZCIT*, as *Ondas de Leste*, as *linhas de instabilidade*, os *Processos Convectivos de Meso-Escala* e os *Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis – VCAN*.

No Ceará, a precipitação pluviométrica se concentra em quatro meses consecutivos do ano – fevereiro a maio – e apresenta uma intensa irregularidade interanual, espacial e temporal, até mesmo dentro da própria estação chuvosa. É nesse período que atua o principal sistema atmosférico gerador de chuva na região, a *Zona de Convergência Intertropical – ZCIT*.

A ZCIT é uma região onde ocorre uma associação da convergência dos ventos alísios de nordeste e sudeste em baixos níveis, baixas pressões, altas temperaturas da superfície do mar, intensa atividade convectiva e precipitação. A atuação mais intensa desse sistema ocorre em meados do verão e atinge sua posição mais meridional no outono. Entre fevereiro e abril, no hemisfério sul, a ZCIT atinge a posição aproximada de 2° a 4° de latitude sul, promovendo chuvas abundantes e intensas em toda a região (ZANELLA e MELLO, 2006).

De acordo com Brandão (1995), o clima da RMF se apresenta razoavelmente homogêneo, possuindo poucas variações espaciais no regime pluviométrico, cujos índices de precipitação permitem esboçar o seguinte zoneamento (figura 4):

- zona litorânea - índice pluviométrico médio entre 1.200 e 1.400mm e temperaturas mais amenas;
- zona de altitudes elevadas - climas localizados nas serras de Maranguape e Aratânia; incidência de chuvas orográficas impõe aumento significativo da pluviometria média anual, entre 1.400 e 1.600mm, e temperaturas mais baixas; e
- zona ocidental - condições mais secas na porção ocidental, precipitação média em torno de 900 a 1.200mm anuais, temperaturas mais elevadas nos sertões e mais amena no litoral.

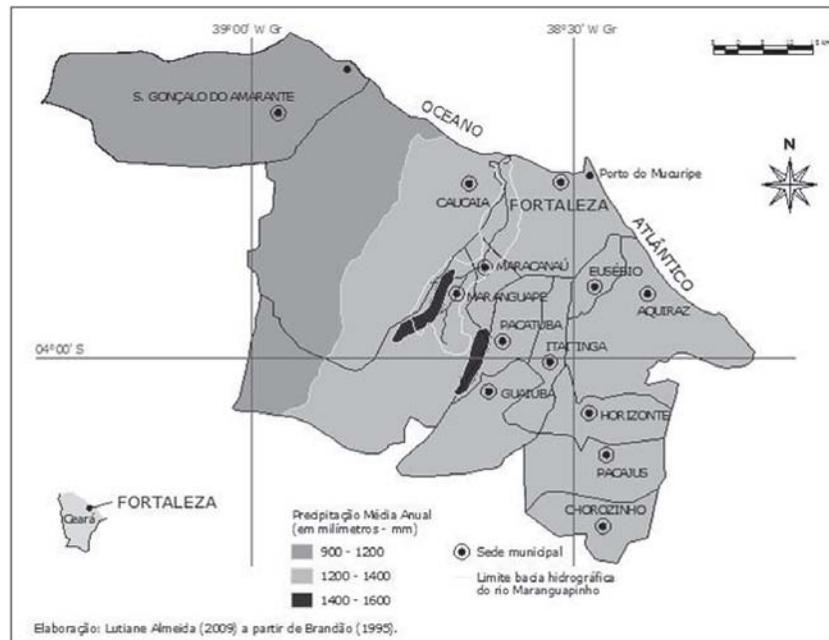


Figura 4 - Distribuição da precipitação média anual na Região Metropolitana de Fortaleza. Fonte: modificado de Brandão (1995).

O regime pluviométrico da RMF caracteriza-se pela forte irregularidade ao longo dos anos (figura 5), podendo ocorrer anos de precipitações excessivas ou escassas, com ocasionais períodos de estiagem prolongada. Ao longo dos meses, a distribuição das chuvas também é intensamente variável, quando cerca de 90% das precipitações ocorrem no primeiro semestre, notadamente nos meses de março a maio, e concentram pelo menos 2/3 do total (figura 6). Além disso, é frequente ocorrer chuvas intensas e concentradas em poucas horas, o que se caracteriza como uma das principais causas das inundações e dos consequentes desastres na RMF e ao longo do rio Maranguapinho.

No que tange às condições climáticas da RMF quando da ocorrência de eventos pluviométricos extremos, estes, entre as principais variáveis causadoras de inundações urbanas, diversas pesquisas consideram que eventos pluviométricos com magnitude igual ou superior a 60mm em 24 horas possuem maior potencial causador de inundações e de desastres com diversas consequências (ZANELLA et al., 2009).

Assim, a identificação da ocorrência de eventos pluviométricos iguais ou superiores a 60mm em 24 horas, nos Municípios de Fortaleza, Maranguape e Pacatuba, é de suma importância, pois são municípios drenados pela bacia hidrográfica do rio Maranguapinho, e onde se localizam suas nascentes, o que contribuirá na identificação da ocorrência de inundações, utilizando-se, para isso, do trabalho de Zanella et al. (2009).

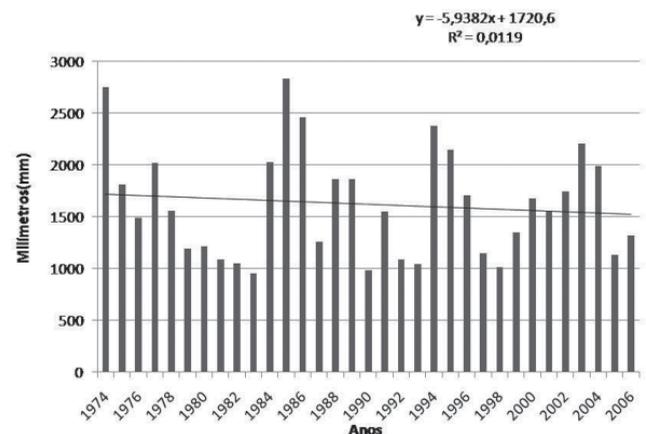


Figura 5 - Precipitação Anual de Fortaleza (1974-2006). Fonte: FUNCEME (2007); adaptado de Zanella et al. (2009).

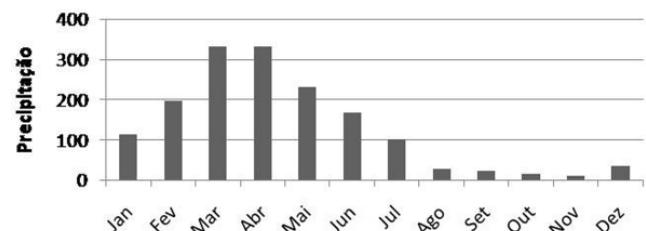


Figura 6 - Precipitação Média Mensal de Fortaleza, entre 1964-2004. Fonte: FUNCEME, 2005; adaptado de Zanella et al. (2009).

Os dados pluviométricos analisados naquela pesquisa correspondem a uma série histórica de 33 anos, de 1974 a 2006, obtida na Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos – FUNCEME. De acordo com Zanella et al.

(2009), sobre os dados de pluviosidade de Fortaleza, Maranguape e Pacatuba, o número de eventos iguais ou superiores a 60mm diários é bastante representativo, notadamente em Fortaleza. Além disso, poucos anos (apenas 3 dentre os 33 anos da série) não apresentaram episódios potencialmente causadores de inundações.

Outra tendência apontada pelas autoras é a de que há correspondência entre os anos mais chuvosos e o maior número de eventos intensos, como é o caso do posto Fortaleza-FUNCEME, onde os três anos que apresentam o maior número de eventos intensos (1974, 1985 e 2004) apresentam ao mesmo tempo o maior total pluviométrico anual, com exceção de 2004. Esse último ano, no entanto, apresentou também totais pluviométricos superiores à média (ou seja, 1.619,6 mm) para o período analisado, contabilizando 1.991,1mm.

No que concerne à frequência mensal dos eventos pluviométricos intensos, a figura 7 indica, para todos os postos de coleta, que os meses de maior número de eventos são março e abril, justificados pela maior atuação da Zona de Convergência Intertropical – ZCIT, já que este sistema atinge, nesse período do ano, sua posição mais meridional no hemisfério sul, gerando precipitação em todo o Estado do Ceará e na RMF.

A despeito dos meses de março e abril apresentarem maior número de eventos extremos, aliado à suposição de que nessa época o nível d'água dos rios já esteja elevado e, portanto, com maior probabilidade de ocorrência de impactos pluviais nas áreas susceptíveis as inundações, é necessário destacar o mês de janeiro, por apresentar relevante número de eventos e por exibir nesse período a atuação de um mecanismo atmosférico importante na geração de eventos pluviométricos intensos, que são os Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis – VCAN. Assim, de acordo com a série históri-

ca analisada, com a análise de dados da Defesa Civil de Fortaleza e de jornais locais impressos, constatou-se que os eventos de maior magnitude registrados na área de Estudo ocorreram em abril de 1997 e janeiro de 2004.

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	16	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
	Total	14	15	33	27	13	10	4	0	0	0	0	2
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
Total	8	10	20	18	8	10	4	0	0	0	0	0	
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
Total	6	4	19	21	9	3	0	0	0	0	0	1	

Figura 7 - Frequência mensal de precipitação máxima (igual ou superior a 60mm) em 24 horas nos Municípios de Fortaleza, Maranguape e Pacatuba. Fonte: FUNCEME (2007), extraído de Zanella et al. (2009).

### Características gerais do sítio urbano

De acordo com a figura 8, a hipsometria da RMF apresenta topografias majoritariamente modestas, tendo em vista a sua localização no litoral central do Ceará, com altimetrias médias de 300 metros, abrangendo terrenos da Depressão Sertaneja na direção do centro do Estado, dos tabuleiros pré-litorâneos, das planícies (litorânea, fluviais, fluviomarinhas), e, de modo mais contingente, dos maciços residuais, estes com altimetrias mais proeminentes, que atingem no máximo 800 a 900 metros, e onde se concentram algumas das principais nascentes fluviais da região, inclusive as nascentes do rio Maranguapinho.

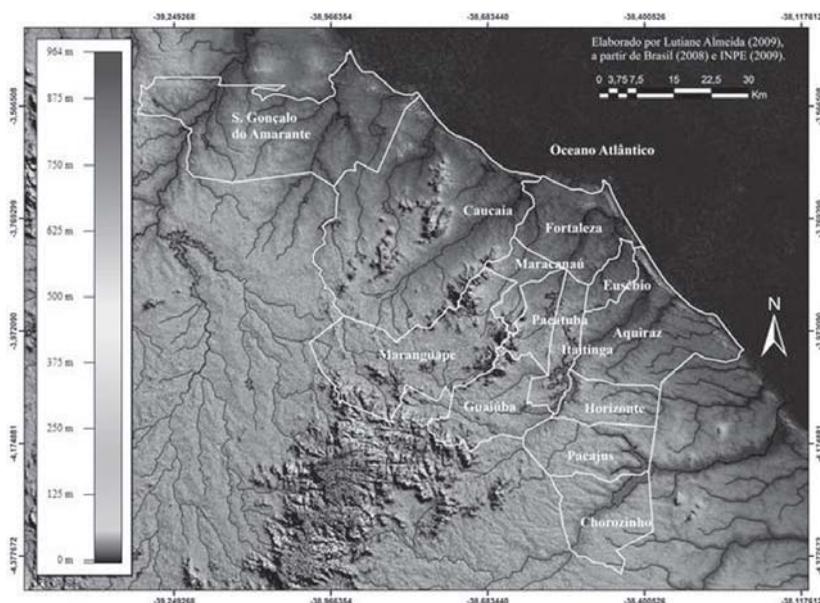


Figura 8 - Características topográficas, altimétricas e rede de drenagem da RMF. Fonte: elaborado por Lutiane Almeida (2009) baseado em Brasil (2008) e INPE (2009).

A bacia hidrográfica do rio Maranguapinho abrange variados sistemas ambientais que se refletem na conformação da topografia e, conseqüentemente, exibe influência na distribuição dos espaços susceptíveis às inundações periódicas na região.

No que tange às características topográficas, a maior parte da bacia hidrográfica do rio Maranguapinho é drenada por terrenos cujas cotas altimétricas não ultrapassam 100 metros (cerca de 80% da bacia) e declividades que não superam a 10%. Além disso, os principais espaços susceptíveis a inundações periódicas se concentram em terrenos de baixa altimetria, não ultrapassando 80 metros no alto curso, 50 metros no médio curso e 5 metros no baixo curso (CEARÁ, 2006).

Como se pode constatar na figura 9, a região drenada pela bacia do rio Maranguapinho se caracteriza, em sua maior parcela, por terrenos com relevo de suave-ondulado a plano, com ocorrência de extensas planícies, o que contribui para a baixa velocidade do escoamento d'água ao longo do

médio e do baixo cursos, dificultando o escoamento e facilitando a ocupação das planícies pelas águas de inundação.

Outro fator que se mostra importante é a forte ruptura topográfica (figura 10) entre o alto e os médio e baixo cursos do rio Maranguapinho. No alto curso, nas serras de Maranguape e Aratanha, a velocidade do escoamento é bem maior do que a jusante, em função da declividade do terreno, o que contribui para aumento da velocidade dos picos de vazão a jusante. Além disso, essas serras também têm a capacidade de produzir maiores vazões em função das recorrentes chuvas orográficas e do padrão diferenciado nos totais anuais de precipitação.

A proximidade da foz do rio Maranguapinho com o litoral cearense também é significativo fator de influência sobre o escoamento superficial na bacia, já que a coincidência entre a ocorrência de fenômenos pluviométricos intensos, potencialmente causadores de inundações, e uma ocasião de maré alta, pode dificultar ainda mais o escoamento na bacia e promover muitos problemas à população que habita as planícies (fluvial, fluvio-marinha e lacustre).

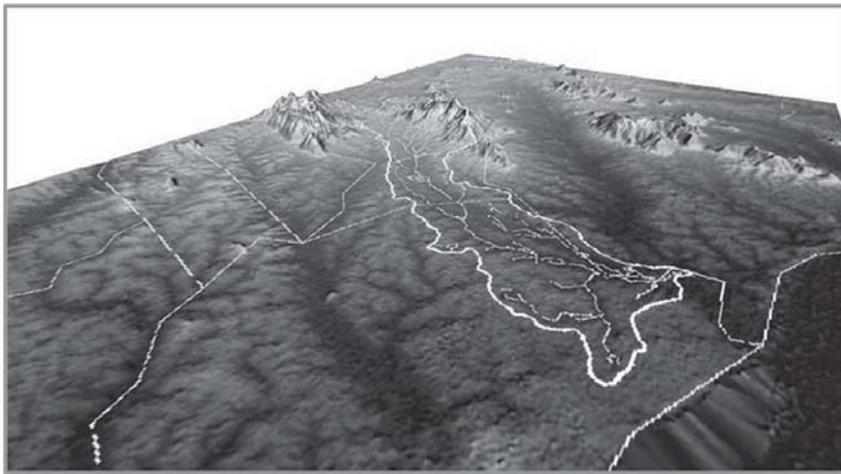


Figura 9 - Modelo em 3 dimensões da topografia da bacia hidrográfica do rio Maranguapinho, com destaque para o baixo curso. Fonte: elaborado por Lutiane Almeida (2009) com base em Brasil (2008) e INPE (2009).

Apesar de a maior parte da bacia drenar terrenos sedimentares pliopleistocênicos da Formação Barreiras, que dão origem aos tabuleiros costeiros, cujo potencial de infiltração é

importante, é nestes terrenos que ocorre a maior parte da concentração populacional e da ocupação urbana na bacia e onde o índice de impermeabilização do solo também é relevante.

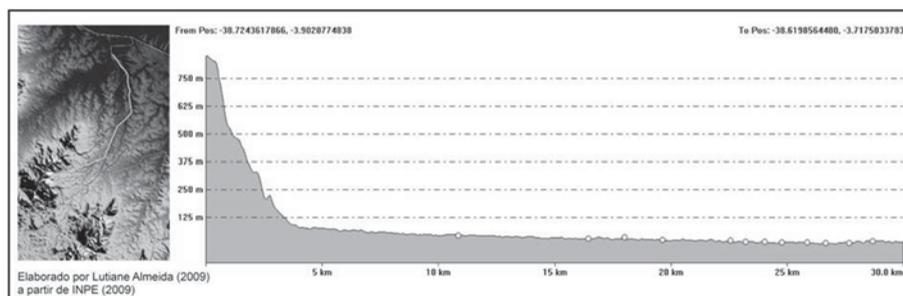


Figura 10 - Perfil longitudinal do rio Maranguapinho. Fonte: elaborado por Lutiane Almeida (2009) com base em INPE (2009).

## Processo acelerado de urbanização

O problema das inundações no âmbito da bacia hidrográfica do rio Maranguapinho é algo complexo e diz respeito além da problemática social e econômica da ocupação irregular por moradias pobres e ambientalmente inadequadas das margens do rio Maranguapinho e de seus afluentes, também abrangendo a estrutura urbanística presente em toda a bacia, que prima pelo asfalto, pelo concreto, pela intensa dispersão do tecido urbano e do padrão cartesiano das ruas e avenidas, que de longe consideram as características gerais do sítio urbano de Fortaleza.

Assim, a expansão urbana na bacia hidrográfica do rio Maranguapinho faz parte do contexto de crescimento da população e da estruturação urbanística de Fortaleza e, *a posteriori*, de sua Região Metropolitana. Pode-se dizer que, historicamente, Fortaleza se “dividiu” em duas cidades bem díspares ainda no momento da formação de seu espaço urbano, notadamente quando dos projetos de intervenção urbanística e da instalação de equipamentos urbanos, buscando a modernização e o “embelezamento” da cidade a partir do fim do século XVIII e início do século XIX.

Os planos de expansão da cidade deram a Fortaleza a sua estrutura urbanística básica, que é o arruamento em plano ortogonal (em forma de xadrez), aproveitando a forma pre-

dominantemente plana do sítio urbano, mas se caracterizando como importante fator de embate entre a estrutura da cidade e as condições naturais do sítio, notadamente os rios e lagoas, impondo uma adaptação da Natureza ao traçado cartesiano dos urbanistas e engenheiros da época. Também é essa estruturação urbanística responsável por modificações nas condições do sítio urbano que expôs ao longo do tempo a população da cidade a fenômenos naturais perigosos (figura 11).

Com a expansão da cidade para oeste, também é nesse sentido que vão se instalando as primeiras plantas industriais, que iniciaram a expansão para essa porção da cidade. Outro importante fator de fomento à expansão urbana de Fortaleza foi a modernização do sistema de transporte, com abertura de avenidas, pavimentação, implantação de serviço público de transporte etc.

Além da modernização do transporte na cidade e no Ceará como um todo, se faz necessário destacar o papel das sucessivas estiagens ou secas como fenômenos que contribuíram sobremaneira para a expansão urbana de Fortaleza, com a contribuição do êxodo rural para o incremento da população e a ocupação desordenada dos espaços da cidade, notadamente pela ocupação de terras, abertura paulatina de loteamentos na periferia e formação das favelas e espaços de risco (SOUSA, 1978; COSTA, 2005).



Figura 11 - Visão panorâmica do sítio urbano de Fortaleza. Notar a topografia predominantemente plana característica das cidades de planície e de tabuleiros costeiros. Fonte: extraído de <http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=579126>

Após 1950, tal processo se acentuou em razão da crise da agricultura cearense, das desigualdades na estrutura fundiária e das grandes secas de 1952 e de 1958, provocando intenso movimento migratório e contribuindo para um aumento substancial na população de Fortaleza, que passou de 270.169, em 1950, para 514.813 habitantes em 1960. Uma parcela relevante desse contingente populacional contribuiu para a formação da maioria dos bairros da porção oeste de

Fortaleza, principalmente os mais periféricos, todos pertencentes à área drenada pelo rio Maranguapinho. Foi nos últimos 40 anos que a expansão urbana na bacia hidrográfica do rio Maranguapinho foi mais intensa. No final da década de 1970, Sousa (1978) descrevia a área drenada pelo rio Maranguapinho como uma região de baixa densidade demográfica (< 50 hab./ha) e precariamente servida de serviços urbanos básicos de saneamento, transporte, saúde etc.

Já Sales (2004) expressa outro importante fator na composição histórica da ocupação da bacia do rio Maranguapinho: a construção de conjuntos habitacionais, “passando a exercer atração ao seu entorno em função da construção de infraestruturas que não estavam presentes ou eram deficitárias na região (tais como linhas de ônibus, escolas, postos de saúde entre outros)” (SALES, 2004, p. 58).

A política de construção de conjuntos habitacionais dispersos e isolados da malha urbana já consolidada de Fortaleza funcionou como indutora da ocupação desordenada e irregular dos vazios urbanos e das áreas de preservação permanentes – margens de rios, lagoas e dunas, pela abertura de loteamentos e o surgimento de favelas e ocupações irregulares. Ao longo dos conjuntos habitacionais e demais bairros, foram surgindo as favelas e áreas de risco de inundação. No final da década de 1970, de um total de 73 favelas em Fortaleza, 18 se localizavam na bacia do rio Maranguapinho (SOUSA, 1978).

Também é do final da década de 1970 a instalação do Primeiro Distrito Industrial de Fortaleza – DIF I, no então distrito de Maracanaú, Município de Maranguape, juntamente com a construção de grandes conjuntos habitacionais naquela região, no sentido de transferir o parque industrial da RMF da zona da avenida Francisco Sá, já bastante adensada, passando a ocupar uma área ainda com baixíssima densidade populacional e distante o suficiente para não causar problemas de poluição, e também para contribuir para a diminuição do déficit habitacional em Fortaleza (ALMEIDA, 2005).

Dessa forma, pode-se dizer que os componentes básicos da expansão urbana da RMF são os conjuntos habitacionais, os loteamentos periféricos, a autoconstrução (favelas e áreas de risco), sendo essa parte majoritária da população excluída da cidade dita “formal” em virtude dos altos preços da terra urbana e das habitações (COSTA, 2005).

Dessa forma, os principais fatores que interligam a urbanização aos riscos de inundações na bacia do rio Maranguapinho são:

- padrão disperso de crescimento urbano de Fortaleza com extensa ocupação e impermeabilização do solo;
- estrutura urbanística orientada de acordo com o sentido das principais vias de acesso (forma radial concêntrica) e organizada a partir de traçado ortogonal (em forma de xadrez), ocupando e modificando indiscriminadamente as condições originais do sítio urbano;
- maior densidade populacional na porção oeste de Fortaleza, espaço drenado pela bacia do rio Maranguapinho;
- intensa ocupação irregular das planícies de inundação da bacia do rio Maranguapinho, essencialmente por população socialmente vulnerabilizada;
- perversas desigualdades sociais, segregação socioespacial e piores indicadores socioambientais da RMF,

com carências de infraestrutura e serviços públicos diversos, déficit habitacional, aumentando as vulnerabilidades às inundações; e

- processos naturais desencadeados pela degradação ambiental – desmatamento, poluição, processos erosivos, assoreamento.

A bacia hidrográfica do rio Maranguapinho compreende espaços urbanizados cujos indicadores socioambientais se configuram entre os piores da RMF, com a prevalência de uma profunda desigualdade social e perversa segregação socioespacial mesmo no âmbito da bacia, cujo reflexo é a ocorrência cada vez mais frequente de sub-habitações, representadas por conjuntos habitacionais com serviços urbanos básicos precários, loteamentos clandestinos ou irregulares com péssimas condições de infraestrutura, e pautados pelo esforço da autoconstrução e da prática dos mutirões, pela ocupação de vazios urbanos e áreas ambientalmente instáveis, com a formação de favelas e núcleos de habitações precárias, muitas vezes susceptíveis a riscos de processos naturais.

Vale destacar que os bairros que compõem a bacia do rio Maranguapinho, notadamente aqueles localizados nas suas planícies inundáveis e na periferia de Fortaleza, correspondem às áreas de maior densidade demográfica e detentores de várias tipologias de estigmas, como o da pobreza e o da violência urbana.

A expansão dos bairros social e territorialmente periféricos de Fortaleza se deu à custa de intensa supressão da cobertura vegetal. As planícies inundáveis, ricas em sedimentos, e recobertas por matas ciliares, passaram por degradação ambiental, com a retirada dessas matas e a extração de areia para suprir a demanda por material de construção civil nas áreas com características próprias das franjas urbanas e das frentes de abertura de loteamentos e ocupações clandestinas.

Aproveitando a demanda por material de construção e matéria-prima abundante, inúmeras olarias foram sendo instaladas para a produção de tijolos, telhas etc. Vale destacar o fato de que, apesar de esses processos estarem em extinção nas áreas urbanas mais consolidadas, em espaços periféricos de Fortaleza, Caucaia, Maracanaú e Maranguape, essas práticas são recorrentes ainda.

As consequências ambientais são conhecidas: a retirada da vegetação e dos horizontes superficiais dos solos provoca intensos processos erosivos nas planícies inundáveis e nas margens fluviais, e assoreamento do rio Maranguapinho e de seus afluentes, contribuindo sobremaneira para a ocorrência de inundações, já que esse processo diminui a seção transversal do rio e faz com que as águas de cheias extravasem cada vez mais para as suas planícies.

Acrescentam-se também os recorrentes aterros realizados pela população nos leitos de inundação do rio Maranguapinho, que da mesma forma contribuem para a diminuição da seção transversal do rio, o que pode provocar o aumento da velocidade do escoamento a jusante e elevação dos níveis d'água a montante. Os aterros são realizados tanto para a construção de residências em terrenos de topografias irregulares (terraplenagem) quanto para diminuir o risco de invasão da água, nas residências mais expostas e mais próximas do rio Maranguapinho, quando da ocorrência de inundações.

De acordo com a análise de fotografias aéreas (1972, 1978, 1996, 2001), imagens de satélite (2005, 2007) e bibliografias que tratam do tema, pôde-se avaliar o processo de expansão do tecido urbano de Fortaleza, seu processo de metropolização e conurbação. Como expresso anteriormente, Fortaleza cresceu acompanhando as principais vias de acesso ao Centro Histórico da cidade, estruturando-se a partir da forma radial concêntrica. No âmbito da bacia do rio Maranguapinho, essa expansão se deu inicialmente no sentido oeste e sudoeste, até atingir a sua margem direita, através dos corredores das principais avenidas (figura 12).



Figura 12 - Evolução da ocupação urbana na bacia hidrográfica do rio Maranguapinho na sua planície fluviomarinha, no bairro Vila Velha. Em 1972 (a), inicia-se o processo de abertura de loteamentos em direção ao manguezal. Já em 2001 (b), há ocupação consolidada de loteamentos e conjuntos habitacionais e algumas moradias precárias. Em 2007 (c), ocupação generalizada das bordas do manguezal por habitações precárias. Fonte: Fortaleza (1972), Fortaleza (2001), Google Earth (2009).

Ainda sobre o processo de degradação ambiental imposta pela expansão urbana da RMF à bacia hidrográfica e ao rio Maranguapinho, o Observatório das Metrôpoles assevera, para a região de suas nascentes, o intenso desvio das águas do curso natural para piscinas naturais, tornando o rio

Maranguapinho quase seco no período de estiagem; a agricultura intensiva às suas margens, inclusive a cultura da banana, levando a processos erosivos nas encostas mais íngremes; o lançamento de esgotos sem tratamento desde a Sede do Município de Maranguape; os cultivos com uso de defen-

sivos agrícolas e uso da água do rio para irrigação; e práticas tradicionais/rudimentares de cultivo, tais como queimadas e devastação das matas ciliares.

A extração generalizada de areia e argila para construção civil, inclusive para produção e queima de tijolos artesanais em suas margens, com utilização da vegetação nativa restante, é uma das marcas deixadas no rio Maranguapinho, consequências da demanda de material para construção civil para o intenso processo de expansão urbana vigente no espaço da bacia.

Além disso, a população mais pobre e mais vulnerável da bacia do rio Maranguapinho é obrigada a conviver com o lançamento de efluentes industriais clandestinos; com problemas no controle ambiental das lagoas de estabilização, cujo efluente deságua no rio Maranguapinho, causando mudança da turbidez, da cor e do odor da água e mesmo da sua composição bioquímica. As milhares de famílias que ocupam as margens do rio Maranguapinho apresentam-se frequentemente sob o risco de inundações e soblapamento das suas margens; sob o risco de contaminação por doenças atreladas à deposição de lixo no seu leito e margens, e doenças de veiculação hídrica, atreladas ao lançamento de esgotos domésticos e nos momentos após a ocorrência de inundações (OBSERVATÓRIO DAS METRÓPOLES, 2005).

A ocupação das áreas de mangue da foz dos rios Maranguapinho e Ceará, sob o impacto do desmatamento e dos aterros, além da perda da rica biodiversidade desses ecossistemas, compromete uma importante função mitigadora dos manguezais quanto às consequências das inundações: os manguezais protegem as áreas continentais quando da ocorrência de marés altas que dificultam o escoamento superficial em cidades costeiras, como é o caso de Fortaleza.

### **Territórios de risco**

Em Fortaleza, fala-se em “metropolização da pobreza”, para qual se atribuiu o papel de centro do desemprego, da poluição, das inundações e da violência (CAMPOS et al., 2003; CABRAL e FERNANDES, 2008). Dessa forma, observam-se em Fortaleza, ao mesmo tempo, políticas públicas elaboradas para a constituição de um grande aparato de atração de turistas estrangeiros (PAIVA, 2008), e ausência de políticas públicas para habitação popular, o que fortalece a pobreza extrema, a exclusão social, principalmente a exclusão pela moradia, e a falta de políticas reativas, capazes de antecipar os problemas dos riscos na cidade.

Em Fortaleza, de acordo com Cabral e Fernandes (2008) e com base em estudos do Centro de Defesa e Promoção dos Direitos Humanos da Arquidiocese de Fortaleza – CDPDH, os territórios de risco estão localizados nos espaços de:

- margens de rios e lagoas, com risco de inundações e ocupando espaços protegidos por legislação ambiental;
- dunas e falésias, com risco de soterramentos e deslizamentos e ocupando espaços protegidos por legislação ambiental;
- sob rede (fios) de alta tensão da rede elétrica, com riscos à saúde (câncer) causados pela radiação;
- nos espaços de segurança máxima das linhas férreas, com riscos de atropelamento e descarrilamento de trens, oferecendo perigo às pessoas e às moradias;
- próximo a refinarias de petróleo (principalmente no Porto do Mucuripe), com risco de vazamentos e explosões; e
- prédios condenados ou abandonados, com riscos de desmoronamento e riscos de doenças.

No espaço abrangido pela bacia hidrográfica do rio Maranguapinho (217,15km<sup>2</sup>), a população aproximada é de 900.000 habitantes, ocupando 46% (cerca de 100 km<sup>2</sup>) de sua área total. De acordo com as Defesas Cíveis de Fortaleza, Maracanaú, Caucaia e Maranguape, há 49 territórios de risco de inundação, que atingem aproximadamente 15.000 famílias, ou cerca de 60.000 pessoas (figuras 13 a 15).

Esses territórios “abandonados” pelo Poder Público expõem as comunidades mais vulneráveis a inúmeros problemas ambientais, tais como poluição do ar, dos recursos hídricos, do solo, principalmente nos espaços de influência dos distritos industriais em Maracanaú; poluição por carências de infraestrutura de saneamento básico (coleta de tratamento de esgoto doméstico, drenagem urbana, coleta regular de lixo); com a poluição causada pela deposição criminosa de resíduos os mais diversos e oriundos das mais variadas atividades (criação de animais, oficinas, lava-jatos, entre outros), expondo ainda mais a população aos riscos de doenças.

Além dos problemas causados diretamente pelas inundações, após esses eventos, à população resta fortemente vulnerável a doenças de veiculação hídrica, tais como dengue, leptospirose, disenterias, entre inúmeras outras.



Figuras 13 e 14 - Convivência tênue com a pobreza, a falta de infraestrutura e os riscos num afluente canalizado do rio Maranguapinho. Fonte: foto do autor, agosto de 2009.

Ocupação crescente do leito principal do afluente do rio Maranguapinho por palafitas (d). Fonte: foto do autor, agosto de 2009.

### O episódio de 29 de janeiro de 2004

Em 29 de janeiro de 2004, Fortaleza passou por um dos maiores episódios de precipitação intensa e ocorrência de inundações de sua história. O gráfico seguinte (figura 16) demonstra a quantidade de precipitação para o mês de janeiro de 2004, e destaca, para o dia 29, um dos maiores eventos pluviométricos já registrados em Fortaleza, quando houve registro de 250mm de chuva medidos no período de registro meteorológico padrão de 24 horas (das 7 às 7 horas). Vale destacar que esse episódio foi o maior registro de precipitação para o mês de janeiro desde 1910.

É possível observar ainda no gráfico que houve intensa precipitação antecedente ao episódio do dia 29. De acordo com a FUNCEME, das 7 horas do dia 26 até às 16 horas do dia 27 de janeiro, já havia chovido 142,2mm. Tal fato contribuiu ainda mais para o agravamento dos problemas causados pela intensa precipitação do dia 29.

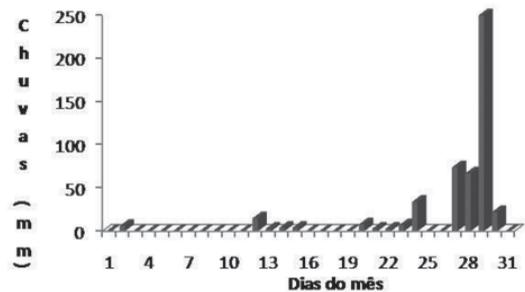


Figura 16 - Pluviosidade do mês de janeiro de 2004, destacando o episódio do dia 29. Fonte: Funceme, 2004, extraído de Zanella e Mello, 2006.

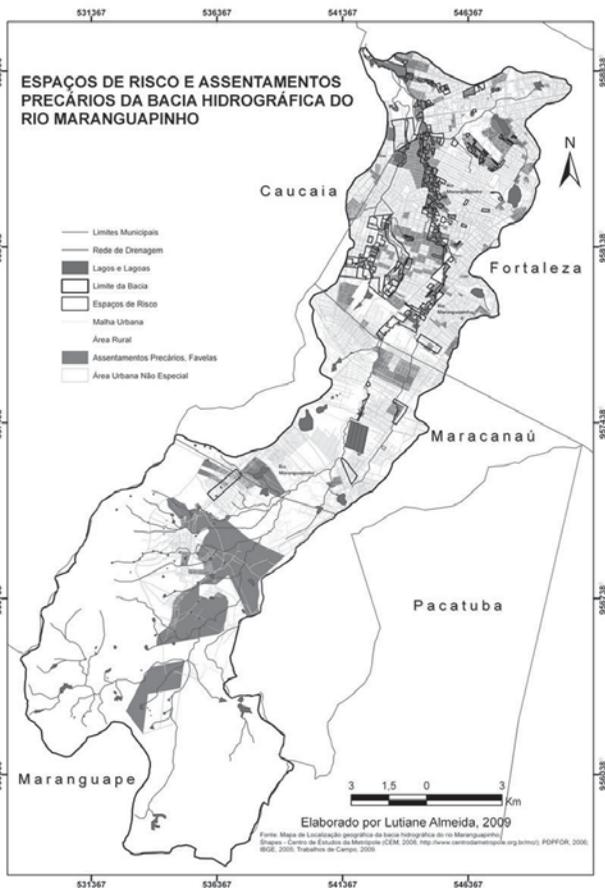


Figura 15 - Espaços de risco e assentamentos precários na bacia hidrográfica do rio Maranguapinho. Fonte: elaborado por Almeida, 2009.

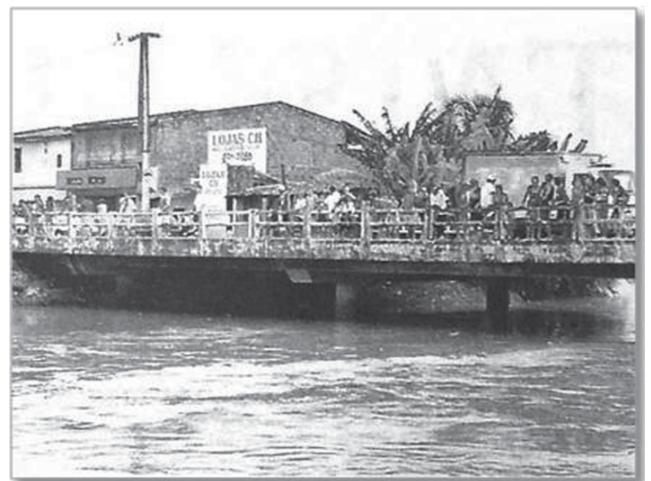
Referido episódio de precipitação extrema causou inúmeros problemas a uma cidade já combalida pela carência generalizada de infraestrutura, principalmente saneamento ambiental e pela falta de cultura de risco que a população de Fortaleza apresenta. De acordo com dados

da Defesa Civil de Fortaleza e da imprensa escrita local, notadamente o Jornal *O Povo* (figuras 17 a 21), foram 25 bairros atingidos, totalizando 19.173 pessoas (2.577 famílias) afetadas pelo episódio do dia 29 de janeiro de 2004<sup>2</sup>.



Figuras 17 e 18 - Capa do jornal *O Povo* de 30 de janeiro de 2004. Cenários de destruição em Fortaleza após o “dilúvio” (e). Fonte: Jornal *O Povo*, 30 jan 2004.

O temporal de 250mm em 24 horas recebeu destaque da imprensa de Fortaleza (d). Fonte: Jornal *O Povo*, 30 jan 2004



Figuras 19 e 20 - Os prejuízos causados pelo temporal de janeiro de 2004 foram sentidos em toda a cidade de Fortaleza (e). O nível da água do rio Maranguapinho atingiu mais de 2 metros acima de seu leito menor, deixando aos habitantes das áreas de risco incalculáveis prejuízos (d). Fonte: Jornal *O Povo*, 30 jan 2004.

<sup>2</sup> A Defesa Civil de Fortaleza registrou pelo menos 746 pessoas desabrigadas e 1.763 desalojadas, com 369 moradias totalmente destruídas e 1.861 foram parcialmente danificadas. Ocorreram ainda duas mortes.



Figura 21 - Os danos causados pelas inundações atingiram toda a cidade de Fortaleza, mas as comunidades mais pobres são as mais suscetíveis aos riscos. Comunidade Frifort, Conjunto São Miguel. Fonte: Jornal O Povo, 30 jan 2004.

As chuvas daquele episódio deixaram Fortaleza e outras cidades da RMF em estado de caos em diversos bairros, inclusive bairros considerados de classe média alta. Pelo menos 18 avenidas de Fortaleza ficaram intráfegáveis pelos pontos de alagamento (foram 25 pontos de alagamento em 15 bairros), além de abertura de crateras nas ruas e automóveis enguiçados por conta da água; houve danos e prejuízos aos mais diversos setores da economia da cidade, tais como os serviços, o comércio e o turismo (4.139 e 4.140).

Além dos danos causados no momento das inundações, houve ainda consequências pós-chuvas que promoveram intensos problemas à população de Fortaleza, notadamente aqueles mais pobres e cujas moradias não detinham saneamento ambiental. Os atendimentos de pacientes com doenças de veiculação hídrica nos hospitais de Fortaleza dobraram, principalmente de crianças em estado de forte desidratação por doenças diarreicas. Outra doença típica de eventos pós-chuvas é a leptospirose, transmitida através de água contaminada pela urina de ratos. O lixo acumulado nas ruas também contribuiu, tanto para a transmissão de doenças, quanto para o entupimento de bueiros e bocas-de-lobo, aumentando os problemas de drenagem na cidade.

### Considerações finais

O Brasil vivenciou nos últimos anos um aumento significativo da ocorrência e das consequências de desastres naturais. Em 2009, o país estava na sexta posição entre os países mais atingidos por desastres naturais, contabilizando pelo menos 10 desastres que provocaram a morte de 181 pessoas e um sem-número de prejuízos materiais.

A maior parte dos desastres naturais no país se esboça através de numa relação tênue entre aspectos da tropicalidade (precipitações pluviométricas intensas), estruturação do território (ocupação de sítios expostos ao perigo de eventos naturais, como as inundações e deslizamentos de terra) e a pobreza, que expõe de forma diferenciada os que possuem menos recursos.

A manutenção de uma postura de adoção de resposta aos desastres em lugar da **prevenção e preparação** para emergências, mesmo em áreas de recorrentes desastres, revela que a ocorrência de eventos naturais excepcionais tende a adquirir proporções catastróficas. Considerando-se as ações preventivas mais eficientes e menos custosas do que as corretivas, salienta-se a necessidade de buscar a redução das vulnerabilidades, através da ampliação dos conhecimentos sobre o risco e a percepção dos mesmos, associados a investimentos e medidas administrativas voltadas ao gerenciamento e monitoramento das áreas de maior risco, de modo que os impactos dos eventos severos sejam minimizados.

Recomenda-se uma mudança na postura de investimentos e gastos públicos no tocante aos desastres naturais, no sentido de privilegiar a prevenção e a previsão de perigos naturais, na criação efetiva de mecanismos de produção de uma cultura de risco entre os brasileiros, o que perpassa a uma institucionalização do conceito de risco (diferente do que ocorre no presente: a institucionalização do desastre).

### Referências Bibliográficas

- ALMEIDA, L. Q. de. **Análise geoambiental como subsídio ao planejamento territorial do município de Maracanaú, CE.** (Dissertação de Mestrado). Fortaleza: MAG -UECE. 2005.
- ALMEIDA, L. Q. de.; PASCOALINO, A. Gestão de risco, desenvolvimento e (meio) ambiente no Brasil - Um estudo de caso sobre os desastres naturais de Santa Catarina. **XIII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada.** Viçosa (MG): XIII SBGFA, 2009, <[http://www.geo.ufv.br/simposio/simposio/trabalhos/trabalhos\\_completos/eixo11/061.pdf](http://www.geo.ufv.br/simposio/simposio/trabalhos/trabalhos_completos/eixo11/061.pdf)>.
- BRANDÃO, R. L. et al. **Diagnóstico geoambiental e os principais problemas de ocupação do meio físico da Região Metropolitana de Fortaleza.** Fortaleza: Projeto SINFOR/CPRM, 1995.
- BRASIL. Ministério das Cidades. Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT. **Mapeamento de Riscos em Encostas e Margem de Rios.** Brasília: Ministério das Cidades; Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT, 2007.
- BRASIL. MINISTÉRIO DAS CIDADES. SECRETARIA NACIONAL DE HABITAÇÃO. CENTRO DE ESTUDOS DA METRÓPOLE. **Assentamentos precários no Brasil urbano.** Brasília: Secretaria Nacional de Habitação. Ministério das Cidades. Centro de Estudos da Metrópole – Cebrap, 2008.
- CABRAL, H. H. P.; FERNANDES, R. M. C. Áreas de risco em Fortaleza. . In: ARAGÃO, E. F.; FREITAS, G. J.; SANTOS, J. B. F.; ALMEIDA, R. O. **Fortaleza e suas tramas: olhares sobre a cidade.** Fortaleza: EdUECE, 2008.

- CAMPOS, A.; POCHMANN, M; AMORIN, R. (Orgs.). **Atlas da exclusão social no Brasil**. V.2. Dinâmica e manifestação territorial. São Paulo: Cortez, 2003.
- CEARÁ. **Análise geoambiental da bacia do rio Maranguapinho**: diagnóstico e zoneamento. Fortaleza: SEINFRA/ASTEF, 2005.
- CEARÁ. **Estudos Hidrológicos e hidráulicos da bacia hidrográfica do rio Maranguapinho**. Fortaleza: SEINFRA, 2006.
- CHALINE, C.; DUBOIS-MAURY, J. **La ville et ses dangers**: prévention et gestion des risques naturels, sociaux et technologique. Paris: Masson, 1994.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia Fluvial**. São Paulo: Edgard Blücher, v.1, 1981.
- COSTA, M. C. L. Fortaleza: expansão urbana e organização do espaço. In: SILVA, J. B. da. CAVALCANTE, T. C.;
- DANTAS, E. W. C. **Ceará: um novo olhar geográfico**. Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, 2005.
- FORTALEZA. **Cobertura aerofotogramétrica do município de Fortaleza**. Escala das fotos 1 : 8.000, Serviços Aerofotogramétricos Cruzeiro do Sul S. A., 1972.
- FORTALEZA. **Projeto Orla**. Cobertura aerofotogramétrica de Fortaleza. 2001.
- HERZER, H. M.; VIRGILIO, M. M. Buenos Aires inundable del Siglo XIX a mediados del Siglo XX. In: ACOSTA, V. G. (Coord.). **Historia y desastres en America Latina**. La Red, Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina, v.1., 1996.
- INPE. **TOPODATA. Banco de dados geomorfométricos do Brasil**. Acesso em 28 jul 2009. Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/topodata/acesso.php>>. 2009.
- OBSERVATÓRIO DAS METRÓPOLES. **Como anda Fortaleza?**. Fortaleza: UFC/FASE, 2005.
- PAIVA, L. F. S. Bairro Bom Jardim. In: ARAGÃO, E. F.; FREITAS, G. J.; SANTOS, J. B. F.; ALMEIDA, R. O. **Fortaleza e suas tramas**: olhares sobre a cidade. Fortaleza: EdUECE, 2008.
- REGHEZZA, M. **Réflexions autour de la vulnérabilité métropolitaine**: la métropole parisienne face au risque de crue centennale. Thèse de Doctorat. École doctorale Milieux, cultures et sociétés du passé et du présent, Université Paris X – Nanterre, 2006.
- SALES, L. B. F. **Análise Sócio-Ambiental do Segmento do baixo curso do rio Maranguapinho na cidade de Fortaleza-Ce**: Relações Sociedade x Natureza. (Dissertação de Mestrado). Fortaleza: PRODEMA-UFC, 2004.
- SOUSA, M. S. Fortaleza: uma análise da estrutura urbana – guia de excursões. In: Encontro Nacional de Geógrafos, 3., 1978, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: AGB/SUDEC/UFC, 1978.
- ZANELLA, M. E.; MELLO, N. G. S. Eventos pluviométricos intensos em ambiente urbano: Fortaleza, o episódio do dia 29/01/2004. In: SILVA, J. B. et al (orgs). **Litoral e Sertão**: Natureza e sociedade no Nordeste Brasileiro. Fortaleza: Expressão Gráfica, 2006.
- ZANELLA, M. E.; SALES, M. C. L.; ABREU, N. J. A. Análise das precipitações diárias intensas e impactos gerados em Fortaleza-CE. In: **GEOUSP - Espaço e Tempo**, São Paulo, Nº 25, pp. 53 - 68, 2009.