

RISCOS AMBIENTAIS E VULNERABILIDADES NAS CIDADES BRASILEIRAS

CONCEITOS, METODOLOGIAS E
APLICAÇÕES

LUTIANE QUEIROZ DE ALMEIDA

**RISCOS AMBIENTAIS
E VULNERABILIDADES
NAS CIDADES BRASILEIRAS**

Conselho Editorial Acadêmico

Responsável pela publicação desta obra

Prof. Dr. Antonio Carlos Tavares (coordenador)

Prof^ª Dr^ª Sandra Elisa Contri Pitton (vice-coordenadora)

Prof^ª Dr^ª Darlene Aparecida de Oliveira Ferreira

LUTIANE QUEIROZ DE ALMEIDA

**RISCOS AMBIENTAIS
E VULNERABILIDADES
NAS CIDADES BRASILEIRAS
CONCEITOS, METODOLOGIAS E
APLICAÇÕES**

**CULTURA
ACADÊMICA**

Editora

© 2012 Editora UNESP

Cultura Acadêmica

Praça da Sé, 108

01001-900 – São Paulo – SP

Tel.: (0xx11) 3242-7171

Fax: (0xx11) 3242-7172

www.editoraunesp.com.br

feu@editora.unesp.br

CIP– Brasil. Catalogação na fonte
Sindicato Nacional dos Editores de Livros, RJ

A448r

Almeida, Lutiane Queiroz de

Riscos ambientais e vulnerabilidades nas cidades brasileiras : conceitos, metodologias e aplicações / Lutiane Queiroz de Almeida. – São Paulo, SP : Cultura Acadêmica, 2012.

215p. : il.

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7983-289-5

1. Desastres – Aspectos sociais. 2. Catástrofes naturais. 3. Avaliação de riscos ambientais – Brasil. I. Título.

12-7629

CDD: 363.3492

CDU: 364.682:551.515.4

Este livro é publicado pelo Programa de Publicações Digitais da Pró-Reitoria de Pós-Graduação da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP)

SUMÁRIO

Prefácio 7

Introdução 11

1. Por uma Geografia dos Riscos
e Vulnerabilidades Socioambientais 15

2. Perigos ambientais nas cidades – estudo de caso 45

3. Índice de Vulnerabilidade Socioambiental (IVSA) 133

Considerações finais 197

Referências bibliográficas 201

PREFÁCIO

A distribuição das precipitações ocorridas no território brasileiro mostra que em todas as regiões os valores máximos encontrados superam 100 mm, com registros que ultrapassam até 400 mm em um período de 24 horas. Tais eventos severos são antecidos, frequentemente, por semanas ou meses de chuvas constantes, que encharcam o solo, elevando o nível hidrostático e favorecendo a ocorrência de enchentes e deslizamentos de encostas.

Tais eventos são frequentes porque o território brasileiro se estende, aproximadamente, de 7° de latitude norte a 34° de latitude sul e, assim sendo, sofre a influência dos dois principais sistemas produtores de chuva do ponto de vista da circulação geral da atmosfera. A parte setentrional está sob a influência das baixas pressões equatoriais, formadas pela Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), atuante, sobretudo, na área litorânea, e do *doldrum*, disposto sobre a Amazônia Ocidental. Ambos se deslocam de acordo com os solstícios e, no verão e princípios do outono, avançam pelo hemisfério sul. Enquanto a ZCIT propicia chuvas abundantes no litoral dos estados do Norte e Nordeste, o sistema amazônico responde por precipitações no Sertão, no Centro-Oeste e no Sudeste do país. O Sul do Brasil está submetido à ação das baixas pressões subpolares, onde se formam as frentes frias e sistemas que lhe são associados, como os ciclones extratropicais. Graças aos contornos da América do Sul, que é muito estreita em sua parte meridional e a ausência de barreiras orográficas dispostas de leste para oeste, as frentes frias encontram facilidades, principalmente no fim do outono e no inverno, para alcançar o litoral da região Nordeste e o interior da Amazônia, onde provocam o fenômeno da friagem. As atividades frontais respondem pela maior parte das chuvas que ocorrem no Sudeste e no Sul do país, que serão mais in-

tensas quanto maior a convergência do ar úmido da Amazônia em direção às áreas mais predispostas às frontogêneses.

A rápida urbanização da população brasileira, a partir da segunda metade do século XX, gerou uma desordenada expansão das cidades, sobretudo daquelas que compõem as regiões metropolitanas, representadas na maioria dos casos pelas capitais dos estados. As políticas incentivadoras da metropolização superpuseram infraestruturas urbanas a sítios nem sempre adequados, com a ocupação de áreas suscetíveis às intensas precipitações que ocorrem em todo o país.

Fortes desequilíbrios regionais, estampados na economia, e a precariedade da vida no campo levaram grandes fluxos migratórios às cidades, onde a industrialização, vista como oportunidade de trabalho, e a maior facilidade de acesso aos serviços e equipamentos das áreas urbanas sinalizavam para uma melhor qualidade de vida. Entretanto, grande parte dessa população migrante, com baixa qualificação profissional, passou a vivenciar o desemprego, subemprego e a falta de moradias dignas diante de grandes déficits habitacionais. As desigualdades sociais empurraram esses grupos para os vazios urbanos, comumente constituídos por áreas ambientalmente vulneráveis. Nelas, as populações passaram a conviver com a inexistência de abastecimento de água, afastamento de esgoto, coleta de lixo e a dificuldade de acesso a equipamentos e serviços.

Essa situação, que combina clima, geomorfologia, degradação ambiental e segregação socioespacial foi percebida, brilhantemente, por Lutiane Queiroz de Almeida,¹ ao formular a tese de que há uma forte tendência para que espaços suscetíveis a processos naturais perigosos sejam ocupados por populações dotadas dos piores indicadores sociais, econômicos e de acesso a serviços e infraestrutura urbana.

Ao incorporar a percepção de que os rios urbanos, diante do ajuste da natureza aos interesses econômicos, se postam entre os espaços mais degradados, desvalorizados e negados, constituindo locais insalubres e canais condutores de

1. Possui graduação (licenciatura e bacharelado) em Geografia pela Universidade Estadual do Ceará (2002) e mestrado em Geografia pela Universidade Estadual do Ceará (2005). Doutorado em Geografia pela Universidade Estadual Paulista – UNESP/Campus de Rio Claro, com período sanduíche na Université de Paris X, Nanterre, e bolsista da Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo – Fapesp. Atualmente é professor adjunto do Departamento de Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN, professor do Programa de Pós-Graduação e Pesquisa em Geografia da UFRN e coordenador do Grupo de Pesquisa Dinâmicas Ambientais, Riscos e Ordenamento do Território. Tem experiência na área de Geografia Física, com ênfase em Geomorfologia, atuando principalmente nos seguintes temas: análise geoambiental, problemática ambiental urbana, rios urbanos e bacia hidrográfica, planejamento ambiental e territorial, riscos e vulnerabilidades socioambientais, gestão de riscos e desastres naturais. *e-mail*: <lutianealmeida@hotmail.com>.

esgotos, lixo e resíduos diversos, o autor de *Riscos ambientais e vulnerabilidades nas cidades brasileiras: conceitos, metodologias e aplicações*, a fim de comprovar sua tese, optou pelo estudo da bacia do rio Maranguapinho, que se estende pelos municípios de Fortaleza, Caucaia, Maracanaú e Maranguape.

Essa bacia foi ocupada por grandes contingentes populacionais, especialmente nos últimos quarenta anos, a partir do adensamento dos espaços urbanizados na zona oeste de Fortaleza, onde se estabeleceram pessoas com menor poder aquisitivo e passaram a proliferar assentamentos informais, com infraestrutura precária e carência de serviços e equipamentos. Para isso, contribuíram as construções de conjuntos habitacionais dispersos, que estimularam as implantações de favelas e ocupações irregulares nos vazios urbanos, muitas vezes constituídos por áreas de preservação permanente, como dunas, margens dos rios e de lagoas. Elas foram retratadas e descritas na obra com perfeição, de tal modo que deixa ao leitor a impressão de circular por entre bairros precários, vielas e pessoas carentes e sujeitas às inundações do Maranguapinho e de seus afluentes.

São destaques do livro o capítulo que discorre sobre riscos e vulnerabilidades socioambientais e o que elabora e aplica o Índice de Vulnerabilidade Socioambiental. O primeiro mencionado constitui referência aos pesquisadores interessados nessa questão, haja vista que o tema foi amplamente discutido, com a visão predominante de que a pobreza é a causa mais profunda da vulnerabilidade, decorrente de relações sociais, naturais, culturais e ambientais. O segundo capítulo que merece destaque apresenta uma metodologia eficiente para a mensuração de um fenômeno amplamente discutido, porém ainda sem consenso nas estratégias de abordagem. O índice proposto engloba um Índice de Vulnerabilidade Socioambiental, fundamentado em fatores como educação, infraestrutura e habitação e estrutura etária, e um Índice de Vulnerabilidade Físico-Espacial, que levou em conta os intervalos de recorrência e a extensão espacial das inundações na bacia do rio Maranguapinho. Para a aplicação do Índice de Vulnerabilidade Socioambiental e elaboração dos mapas finais e intermediários constantes do livro foram utilizadas técnicas de estatística multivariada e geoprocessamento. Os resultados finais comprovaram a tese defendida pelo autor.

O livro é um instrumento de suma importância para o governo do Estado do Ceará e para os prefeitos da região metropolitana de Fortaleza, pois traz subsídios necessários à elaboração de políticas públicas voltadas para a melhoria da qualidade de vida das pessoas residentes nas áreas estudadas, para a correção dos danos ambientais e, conseqüentemente, para a prevenção de inundações e amenização das conseqüências por elas provocadas. Também é consulta bibliográfica obrigatória para os pesquisadores interessados nos estudos sobre desastres, diante dos conteúdos teóricos e aplicados que o compõem.

A obra *Riscos ambientais e vulnerabilidades nas cidades brasileiras: conceitos, metodologias e aplicações* é fruto da tese de doutorado que defendeu em 2010 no Programa de Pós-Graduação em Geografia do Instituto de Geociências e Ciências Exatas da UNESP, localizado em Rio Claro/SP, como bolsista da Fapesp e estagiário da Universidade de Paris X, em Nanterre, França. Sua tese de doutorado foi contemplada com o prêmio de melhor tese pela Associação Nacional de Pós-Graduação em Geografia (Anpege), em 2011, e com o Prêmio Capes de Teses, na área de Geografia, em 2012. Seu orientador no Programa de Pós-Graduação em Geografia de Rio Claro, o prof. dr. Pompeu Figueiredo de Carvalho, falecido em 25 de outubro de 2010, infelizmente não desfrutou da alegria de ver o trabalho do seu orientando ser duplamente premiado. Graduado em Arquitetura e com doutorado em Geografia, o Professor Pompeu era um analista excepcional das questões socioambientais urbanas e, com certeza, contribuiu decisivamente com o prof. Lutiane para a elaboração de sua tese e para a edição deste livro.

Antonio Carlos Tavares

*Professor Adjunto do Departamento de Geografia
da Universidade Estadual Paulista – UNESP/Campus de Rio Claro, SP*

INTRODUÇÃO

A humanidade tem vivenciado nas últimas décadas um clima de severa insegurança. As sucessivas crises e mudanças sociais, sejam elas econômicas e/ou ambientais, têm suscitado as condições para a onipresença do medo e da incerteza diante do futuro. Tais condições trazem, concomitantemente, a noção de que somos cada vez mais vulneráveis e cada vez mais susceptíveis aos riscos cotidianos, inclusive aqueles relacionados à Natureza.

A chamada “crise ambiental”, na verdade uma crise da sociedade do consumo e do individualismo, tem imposto o fracasso a praticamente todas as tentativas de se conceber uma forma menos predatória da relação sociedade-natureza num sentido amplo (ver Conferência sobre Mudança Climática da ONU [UN Climate Change Conference – COP15], em Copenhague, em 2009).

Divulgado em 2012, o Relatório Especial sobre Gestão dos Riscos de Extremos Climáticos e Desastres (SREX, na sigla em inglês) apontou, entre outras tendências relativas às mudanças climáticas, que houve aumento da frequência nos extremos climáticos e das consequências ligadas aos desastres naturais, resultantes das mudanças ambientais (principalmente o clima), da crescente vulnerabilidade dos assentamentos humanos às ameaças naturais e ocupação de áreas expostas a riscos naturais (IPCC, 2012).

Mesmo com uma crescente quantidade e qualidade do conhecimento produzido no que diz respeito, especificamente, aos chamados “riscos naturais”, como pontuaram White et al. (2001), ao longo das décadas do século XX, e já no século presente, tem havido um aumento significativo da frequência e das consequências (perdas humanas e materiais) dos eventos naturais perigosos. O Banco de Dados de Eventos de Emergência (Emergency Events Database – EM-DAT), importante entidade mantida pela Organização Mundial da Saúde, que tem cons-

tantemente elaborado bancos de dados sobre os desastres naturais em todo o planeta, constatou esse fato.

As dimensões tomadas por esses eventos causam cada vez mais preocupações aos diversos agentes sociais, sejam administradores públicos, a sociedade científica, ou o público em geral, e são incluídos nas mais variadas agendas governamentais em todo o mundo (ver Década Internacional para a Redução de Desastres Naturais (International Decade for Natural Disaster Reduction – IDNDR), nos anos 1990, que culminou na criação da Estratégia Internacional para a Redução de Desastres (International Strategy for Disaster Reduction – ISDR).

Os eventos catastróficos causados pelo furacão Katrina na cidade de Nova Orleans, em 2005, quando 80% da cidade foi inundada e aproximadamente mil pessoas perderam a vida, e o *tsunami* que atingiu o sudeste da Ásia e o leste da África, em dezembro de 2004, ceifando a vida de mais de 200 mil pessoas, são exemplos emblemáticos do quanto a humanidade é vulnerável a esses tipos de eventos.

Em 2008, o Brasil se encontrou entre os 13 países mais afetados por desastres naturais, o que colocou em xeque a crença de que o país não é atingido por fenômenos naturais perigosos. Naquele ano, 135 pessoas perderam a vida no Estado de Santa Catarina, por conta de precipitações intensas, inundações e deslizamentos de terra. Já em 2009, novos desastres se abateram em Santa Catarina, e em quase todos os estados da região Nordeste. No final daquele ano, precipitações concentradas, típicas de verão, também geraram perdas de vidas e prejuízos materiais em diversas cidades dos estados de São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais.

No primeiro dia do ano de 2010, pelo menos 52 pessoas perderam a vida em escorregamentos de terra no litoral sul do Estado do Rio de Janeiro, notadamente em Angra dos Reis.

Em janeiro de 2011, mais uma vez o Estado do Rio de Janeiro foi palco do que é considerado o maior desastre natural ocorrido no Brasil, quando 916 pessoas morreram, 345 ainda estão desaparecidos e pelo menos 35 mil pessoas ficaram desalojadas, além do forte prejuízo econômico e social para a região.

O que há de convergente entre esses e outros eventos naturais perigosos? O aumento das consequências e das recorrências desses desastres naturais tem relação com as mudanças ambientais globais, notadamente as de ordem climática? Ou esses fenômenos tiveram seus efeitos ampliados em função da estruturação do território empreendida nos espaços atingidos? Ou, ainda, por conta do crescente contingente populacional em condição de vulnerabilidade decorrente de ocupação de espaços expostos a riscos naturais e agravados por suas condições de susceptibilidade social?

Chama a atenção o fato de que, dentre os espaços mais atingidos, destacam-se aqueles mais densamente urbanizados; mas por que as cidades são espaços mais expostos a esses fenômenos? De modo específico, quem é vulnerável aos perigos naturais na cidade? Quem é *mais* vulnerável na cidade?

No Brasil, diante das condições geoambientais, sobretudo as de razões climáticas – a tropicalidade – e as formas de ocupação do espaço, os perigos naturais mais recorrentes têm relação com modificações substanciais no ciclo hidrológico natural, e essas modificações são mais perceptíveis nas cidades. A forma como ocorre a estruturação do território fomenta a frequência e a magnitude de fenômenos naturais (ou nem tão naturais assim...), tais como os deslizamentos de terra e as inundações.

As mudanças nas formas de uso e ocupação nas cidades, onde a impermeabilização do solo e a retificação de canais fluviais se configuram como ações públicas (e privadas) recorrentes, incrementam as inundações, e se tornam potencialmente mais perigosos.

Com efeito, insere-se a problemática dos rios urbanos. Os rios são ambientes historicamente atrativos à ocupação humana, no entanto, nas cidades, principalmente aquelas localizadas nos países em desenvolvimento, os ambientes fluviais se configuram entre os espaços mais degradados, desvalorizados e/ou até mesmo negados pela sociedade, em razão de uma mudança paradigmática, que fez com que os rios deixassem de ser ambientes atrativos, para se tornar receptáculos dos excrementos da sociedade.

Além disso, no contexto extremamente desigual em que se transformaram as cidades, as margens dos rios se tornaram a alternativa de acesso à terra urbana e a possibilidade da posse de uma moradia de um contingente crescente e numeroso de pobres urbanos.

Essa relação entre rios urbanos, esquecidos e negados, ocupação clandestina e improvisada, pobreza e segregação socioespacial, cria um contexto de fortes desigualdades socioespaciais, ao mesmo tempo que institui territórios de risco, onde ocorre a sobreposição de perigos diversos (naturais, sociais, etc.), e onde prepondera a vulnerabilidade social atrelada à exposição diferenciada a fenômenos naturais potencialmente perigosos.

Da forma como abordado, quais são as variáveis que tornam os indivíduos (ou grupos de indivíduos) mais vulneráveis do que outros? Esses fatores apresentam dimensões que se esboçam no espaço? Ou seja, quais aspectos socioespaciais contribuem para a distribuição espacial diferenciada dos riscos e das vulnerabilidades?

Por que os indivíduos/comunidades que habitam as margens dos rios nas cidades brasileiras são mais vulneráveis aos eventos de inundação do que os de-

mais habitantes? Há coincidência entre espaços expostos a perigos naturais e pobreza nas cidades brasileiras? Caso ocorra isso, a definição e a localização de espaços em que ocorre essa coincidência de riscos (e sua representação cartográfica) podem compor um importante escopo para os gestores públicos, a fim de orientar/direcionar onde preferencialmente devem ser alocados investimentos para o aumento da resiliência das comunidades expostas e assim reduzir o risco de desastres?

Nesse sentido, a principal proposta deste livro é abordar o tema *dos riscos e as vulnerabilidades socioambientais, para compreensão das inter-relações entre vulnerabilidades sociais e exposição aos riscos naturais, mormente os riscos ligados às inundações urbanas*.

Para esse propósito, os capítulos deste livro abordam temas como os conceitos e abordagens teóricas e metodológicas de risco e vulnerabilidade (capítulo 1); aspectos históricos e socioeconômicos específicos sobre a área escolhida para estudo de caso e operacionalização do conceito de vulnerabilidade (expansão urbana na bacia hidrográfica do rio Maranguapinho – região metropolitana de Fortaleza, condicionantes físico-naturais e sociais que contribuem para a ocorrência do perigo de inundações) (capítulo 2); e a proposta de operacionalização e mensuração do conceito de vulnerabilidade, com a avaliação das vulnerabilidades socioambientais da área escolhida para o estudo de caso (capítulo 3).

Assim sendo, a elaboração deste livro parte da hipótese seguinte: *há fortes tendências de coincidência entre os espaços susceptíveis a processos naturais perigosos, como é o caso das inundações – processo natural atrelado à dinâmica dos rios e de suas bacias hidrográficas – e os espaços da cidade que apresentam os piores indicadores sociais, econômicos e de acesso a serviços e infraestrutura urbana*.

1

POR UMA GEOGRAFIA DOS RISCOS E VULNERABILIDADES SOCIOAMBIENTAIS

1.1 Introdução – a onipresença do risco e do perigo

É incontestável a onipresença do risco. Desde o momento em que a vida humana é concebida, correm-se diversos riscos. O risco é, assim, inerente à vida. Corre-se risco exercendo as mais simples atividades do cotidiano – levantar da cama, comer, lavar o carro, atravessar a rua, andar de bicicleta, até as atividades ditas mais “arriscadas”, como viajar de avião.

Com a presença humana, o risco não deixa de existir (não existe “risco zero”), apenas varia no tempo e no espaço. É, no entanto, principalmente na modernidade que essa onipresença se exacerba. Entre as marcas da evolução humana recente – o surgimento do capitalismo, o progresso das ciências e das tecnologias, a disseminação das relações democráticas –, a ideia revolucionária que define o limite entre a modernidade e o passado é a busca do “domínio” do risco, ou seja, a noção de que o futuro é mais do que uma fantasia dos deuses e de que o homem não é um ser passivo diante da natureza (Bernstein, 1998).

Até o momento das revoluções (Científica, Industrial, Francesa, Renascimento, entre outras) e durante muito tempo, as catástrofes, fossem naturais, fossem provocadas pelo homem, eram tidas como “atos de Deus”.¹

1. Em 1511, o rei da Espanha ordenou a construção de uma igreja nas proximidades de San Juan de Porto Rico. Ele escreveu o seguinte a respeito: “Desde que em Porto Rico os sacramentos foram administrados, os furacões e tremores de terra cessaram; é por isso que uma capela e um monastério devem ser construídos”. San Juan foi atingida por terremotos em 1717, 1844, 1851, 1875, 1895, 1899 (Foucher, 1982, p.67).

Esse pretensão “domínio” do futuro, no entanto, parece paradoxal em razão de grandes transformações relativamente recentes na sociedade e na natureza em âmbito planetário.

De um lado, já se aproxima da metade da população humana mundial o contingente de pessoas concentradas nos exíguos espaços das cidades,² o que denota uma tendência à generalização dos riscos e perigos, já que estes aumentam com a concentração populacional e o crescimento demográfico em áreas urbanas ambientalmente instáveis e socialmente vulneráveis.³

Por outro lado, as mudanças ambientais globais (aquecimento global, efeito estufa, elevação do nível dos oceanos, aumento da frequência de fenômenos climáticos extremos, entre outros) impõem ampla vulnerabilização e um crescente sentimento de insegurança em toda a humanidade.

Para muitos autores, esses fatos – juntamente com riscos e incertezas a eles associados – são considerados como a tônica do que se convencionou chamar de modernidade, ou ainda de pós-modernidade.

Para Giddens (2002), fala-se em modernidade ao referir-se às instituições e modos de comportamento engendrados inicialmente na Europa com o fim do feudalismo, e que ao longo do século XX se tornaram mundiais em sua influência; a modernidade se refere ao “mundo industrializado” e às relações sociais implicadas no uso generalizado das técnicas e das máquinas nos processos de produção.

Já a partir da análise da obra de Lyotard, Anderson (1999) considera a pós-modernidade como o marco do surgimento de uma sociedade pós-industrial, na qual o conhecimento se torna a principal força econômica de produção, o que ocorre desde meados da década de 1960.

O século XX, como concebe Ulrich Beck (1998) em sua clássica obra *A sociedade do risco* (*Risikogesellschaft*), não foi pobre em catástrofes históricas. Nesse momento, generalizam-se os chamados perigos tecnológicos (*technological hazards*) – Hiroshima e Nagasaki (Japão, 1945), Minamata (Japão, 1956), Seveso (Itália, 1976), Three Miles Island (Estados Unidos, 1979), Bophal (Índia, 1984), Chernobyl (Ucrânia, 1986), Goiânia (Brasil, 1987).

2. As áreas urbanas recobrem aproximadamente 1% da superfície total da Terra e pelo menos 2% das terras emersas (Petts et al., 2002).

3. “Em 2008, o mundo alcançará um marco invisível, porém significativo: pela primeira vez na história, mais da metade da população humana – 3,3 bilhões de pessoas – estará vivendo em áreas urbanas. Até 2030, esse número deverá chegar a quase 5 bilhões. Muitos dos novos habitantes urbanos serão pobres. O futuro dessas pessoas, o futuro das cidades nos países em desenvolvimento, o futuro da própria humanidade dependerá das decisões tomadas agora em preparação para esse crescimento” (UNFPA, 2007, p.1).

Quanto aos perigos naturais (*natural hazards*), não menos importantes e não menos catastróficos, se repetem com frequência e magnitudes cada vez mais devastadoras, tanto em função das mudanças ambientais empreendidas pelo homem quanto pela crescente concentração de populações cada vez mais vulneráveis nas cidades, pelo crescimento demográfico, e pela globalização das desigualdades e segregação sociais.

O *tsunami* ocorrido no oceano Índico, em dezembro de 2004, causou milhares de mortes, destruiu milhares de habitações e levou o caos e a destruição a incontáveis famílias da Ásia e da África, principalmente populações socialmente vulneráveis. Da mesma forma, as consequências do furacão Katrina atingiram com maior gravidade as comunidades negras e pobres de Nova Orleans, em 2005.

Assim, pode-se dizer que os riscos e catástrofes são próprios da modernidade. Ao mesmo tempo, presencia-se um momento histórico em que toda a humanidade se sente vulnerável. Até mesmo a potência econômica e bélica hegemônica mundial sentiu-se vulnerável diante dos ataques terroristas ao World Trade Center, em Nova York, e ao Pentágono, em Washington, em 11 de setembro de 2001.⁴

Nesse contexto, o principal objetivo deste capítulo é contribuir para uma discussão teórico-conceitual sobre a noção de risco e de vulnerabilidade e, principalmente, o estabelecimento de uma geografia dos riscos e das vulnerabilidades socioambientais das cidades, com ênfase nos ambientes fluviais urbanos.

1.2 Evolução conceitual e dimensão histórica da abordagem do risco

A noção de risco permeia diversas nuances da sociedade, desde a academia até o âmbito empresarial. É objeto de uso na economia (análise do risco-país, risco de queda nas bolsas de valores), na engenharia (avaliação de riscos de acidentes em construções, na segurança do trabalho), nos seguros, na saúde, ou

4. O ataque terrorista às torres do World Trade Center expôs para todo o mundo, em tempo real, a fragilidade da maior potência bélica e econômica do mundo. Manchetes de jornais como “Horror em Washington – Governo fecha Casa Branca, Congresso e prédios públicos. Vice-presidente e integrantes do Conselho de Segurança Nacional se refugiam em prédio subterrâneo secreto” e “Terroristas querem mostrar que os Estados Unidos são vulneráveis” (*Folha de S. Paulo*, 12/9/2001) foram veiculadas e sintetizam o sentimento de medo entre os norte-americanos.

seja, é um conceito consideravelmente difundido, por ser o risco, entre outros motivos, um componente recorrente da sociedade moderna.⁵

A complexidade desse conceito advém, essencialmente, por ser também essa característica inerente à sociedade contemporânea permeada pela incerteza, pelo medo e pela insegurança.

O termo “risco” está frequentemente acompanhado de um adjetivo, que o qualifica e que o associa ao cotidiano dessa sociedade: risco ambiental, risco tecnológico, risco natural, risco social, risco biológico, risco econômico, entre outros (Castro et al., 2005).

Em virtude dessa diversidade teórico-conceitual da abordagem do risco, são comuns as imprecisões, ambiguidades e até confusões quanto ao estabelecimento dos conceitos. Por isso, propõe-se uma análise dos conceitos básicos, com o intuito precípuo de uma legítima precisão semântica desta abordagem.

1.2.1 A etimologia e o termo “risco”

A origem do termo “risco” é considerada por alguns autores como incerta, mas está presente em todas as línguas europeias: *risk* (inglês), *rischio* (italiano), *riesgo* (espanhol), *risque* (francês). Alguns linguistas relacionam o referido termo ao castelhano antigo *resegue* (ressecar, cortar), cuja acepção mais utilizada na Idade Média é sinônimo de luta, contradição e divisão (Aneas de Castro, 2000).

Há ainda o termo latino *rixare* (brigar) e *resecare* (extirpar, suprimir), que tem duplo sentido – divisão, discórdia e lugar acidentado; em grego, *rhizikon*; e em árabe, *risk*. Em Aneas de Castro (2000) e Veyret (2007), etimologicamente, “risco” provém do termo “risico” ou “rischio”, ou ainda do castelhano “risco”, que designa escolho, penhasco escarpado, promontório, e depois naufrágio. “De fato, a palavra designa, ao mesmo tempo, tanto um perigo potencial quanto sua percepção e indica uma situação percebida como perigosa na qual se está ou cujos efeitos podem ser sentidos” (Veyret, 2007, p.25).

Para Aurélio Buarque de Holanda Ferreira, risco é “perigo ou possibilidade de perigo; possibilidade de perda ou de responsabilidade pelo dano”.

Já de acordo com a Oficina da Coordenação para o Socorro em Caso de Desastres, da Organização das Nações Unidas para a Redução de Desastres (United Nations Disaster Relief Organization – Undro), que contribui para a definição

5. O conceito de risco é também utilizado tanto nas Geociências (riscos geológicos – escorregamentos de terra, terremotos, etc.) quanto nas Ciências Sociais (risco social atrelado ao uso de drogas e à violência).

de vários conceitos relativos ao estudo dos desastres naturais, risco corresponde ao “grau de perda previsto devido a um fenômeno natural determinado e em função tanto do perigo natural quanto da vulnerabilidade” (Aneas de Castro, 2000, p.2).

Pode-se notar um viés específico no conceito anterior, principalmente ao definir o tipo de risco (risco natural – a ser discutido mais adiante). De forma geral, porém, o conceito de risco pode ser tomado como categoria de análise associada às noções de incerteza,⁶ exposição ao perigo,⁷ perda e prejuízos materiais e humanos, atrelados não só a processos naturais, mas também a processos oriundos das atividades humanas.

De uma forma ampla, o risco “refere-se à probabilidade de ocorrência de processos no tempo e no espaço, não constantes e não determinados, e à maneira como estes processos afetam (direta ou indiretamente) a vida humana” (Castro et al., 2005, p.12).

Assim, essa categoria de análise apresenta uma característica marcante de multidisciplinaridade. O uso da categoria risco é relatado na teoria das probabilidades nos séculos XVII e XVIII, com Cardam, Pascal, Fermat, Daniel Bernoulli e Jacob Daniel (Allard, 2000).

Na economia, o conceito de risco é empregado pelas instituições financeiras na análise dos riscos de negócios, dos riscos estratégicos e dos riscos financeiros.⁸ Em função da emergência das questões ambientais para as instituições financeiras, o conceito de “risco ambiental” é incorporado como mais uma “variável” dos riscos enfrentados por bancos e demais empresas (Tosini, 2006).

Há na Sociologia recentes trabalhos que abordam a percepção do risco, tomando como tema principal o esquema diacrônico clássico sobre a evolução das formas de percepção do risco, passando de uma interpretação teológica do risco a uma interpretação racional laica, presente no trabalho de Denis Duclos, *L’homme face au risque technique* [O homem diante do risco tecnológico].

Nas geociências, presente na abordagem dos riscos geológicos na Geologia de Engenharia, o risco é analisado como a possibilidade de ocorrência de um acidente. Está frequentemente associado aos conceitos de acidente (fato já ocorrido, onde foram registradas consequências sociais e econômicas – perdas e da-

6. “Possibilidade de ocorrer um acontecimento perigoso sem que se conheça sua probabilidade” (Veyret, 2007, p.24).

7. O conceito de perigo será definido e discutido adiante.

8. O risco de negócio está associado à obtenção de vantagem competitiva e à valorização de determinada empresa, e é inerente a qualquer tipo de atividade econômica; os riscos estratégicos resultam de mudanças fundamentais no âmbito geopolítico e estratégico; o risco financeiro está relacionado a possíveis perdas no mercado financeiro (Tosini, 2006).

nos), e evento (fato já ocorrido, mas sem registro de consequências sociais e econômicas relacionadas diretamente a ele) (Cerri & Amaral, 1998).

1.2.2 O uso da categoria risco

Mesmo sendo uma categoria de análise claramente relacionada ao desenvolvimento industrial e ao uso da ciência como forma de “controle” das incertezas, a noção de risco, sua origem, análise e gestão têm sido relatadas por diversos autores, a partir da consideração da Babilônia antiga, no vale do Tigre-Eufrates (3.200 a.C.), como marco espaçotemporal do início da análise do risco⁹ (Cutter, 1993; Augusto Filho, 2001; Castro et al., 2005).

Perigos ligados ao envenenamento por chumbo são relatados há séculos, e descritos na Bíblia e no Talmude. Vinhos fabricados e estocados em barris de chumbo foram considerados os responsáveis pela queda do Império Romano (Cutter, 1993).

As origens do conceito de risco também remontam, na pré-modernidade, ao início das navegações,¹⁰ das atividades militares e das práticas mercantis.

Para a maior parte das cidades pré-modernas, os incêndios e as epidemias se caracterizaram como as duas principais calamidades urbanas durante séculos, atrelados à precária existência dos cidadãos da época.

Além disso, dadas as modestas dimensões das cidades antigas, as grandes catástrofes geofísicas (terremotos, erupções vulcânicas, etc.) e hidrológicas (inundações, tempestades, etc.) provocavam perdas e prejuízos contingenciais e limitados, se comparados aos incêndios que assolaram cidades como Toulouse, 1442 e 1551; Berlim, 1405; Amsterdã, 1451 e 1452; Moscou, 1626; e Londres, 1666 (Chaline & Dubois-Maury, 1994).

Até esse momento, o risco era considerado uma categoria neutra, que produzia consequências tanto positivas quanto negativas. Na Renascença italiana, a definição e a percepção do risco adquirem um lugar destacado na sociedade europeia, bem como o seu sentido predominante na atualidade como algo negativo, a ser evitado e temido (Veyret, 2007; Lieber & Romano-Lieber, 2002; Marandola Jr., 2004).

9. Essas análises foram desenvolvidas por profissionais que atuavam como consultores sobre temas diversos, ligados às incertezas e perigos, tais como as inundações, agricultura, locais de construção de edificações, entre outros.

10. Há referências a embarcações egípcias de 1.700 a 1.400 a.C.

Na modernidade, associados à atividade industrial e aos avanços técnico-científicos, Cutter (1993) e Carpenter (1995) enumeraram algumas atividades que passaram a desencadear os chamados riscos tecnológicos (*technological risks*), e. g., o risco de ocorrência de câncer atribuído às linhas de transmissão de energia elétrica de alta voltagem; os riscos ligados ao uso de energia nuclear; os riscos atribuídos ao uso de armas químicas e biológicas (*biohazard*) nas guerras e conflitos.¹¹

Quanto aos primeiros estudos modernos sobre os riscos, Castro et al. (2005) atribuem ao clássico trabalho de Frank Knight, *Risk, uncertainty and profit* [Risco, incerteza e lucro], de 1921, o uso inicial dos termos “risco” e “incerteza”, quando assumiram o papel de termos técnicos na literatura acadêmica.

A esse respeito, é possível distinguir três principais eixos de abordagem dos riscos, como em Castro et al. (2005): uma abordagem relacionada às Geociências, cujo enfoque principal são os processos rápidos e catastróficos (já citados); uma outra abordagem trata dos riscos empresariais e financeiros (também citados anteriormente); e uma terceira abordagem, onde se encaixam os estudos geográficos, que se baseiam nos riscos ambientais, sociais e tecnológicos.

1.2.3 Riscos e perigos: uma tradição das Ciências Sociais e da Geografia

Dada a histórica tradição geográfica de estudar o espaço com base em seus componentes naturais e sociais, foi na Geografia que surgiram os clássicos trabalhos sobre os *natural hazards*.

Por muito tempo, os geógrafos (principalmente geógrafos físicos) se mantiveram imbuídos estritamente da pesquisa dos aspectos físico-naturais, de seus processos, de suas cronologias e de sua mensuração.

Essa orientação se manteve até as décadas de 1950-1960, quando houve um crescente despertar para o interesse das relações entre as atividades humanas e o ambiente. Um dos aspectos que suscitou o estreitamento entre estudos da natureza e estudos da sociedade na Geografia ocorreu nas pesquisas sobre os “acasos naturais”, como destaca Gregory (1992).¹²

11. “The use of the herbicide ‘Agent Orange’ in the defoliation campaign during the Second Indochinese War [...] (exposes) Vietnam veterans who are now suffering from the adverse affects of dioxin contamination (and) have filed class action suits” [O uso do herbicida “agente laranja” na campanha desfolhamento durante a Segunda Guerra da Indochina [...] (expôs) os veteranos do Vietnã que agora estão sofrendo dos efeitos adversos da contaminação por dioxina (e) propuseram ações coletivas] (Cutter, 1993, p.7, tradução nossa).

12. Outros aspectos que incentivaram esse estreitamento foram os crescentes trabalhos sobre a magnitude da ação humana sobre a natureza e análise dos ambientes construídos (Gregory, 1992).

Ainda de acordo com Gregory, sempre houve frequentes alusões às relações homem-ambiente pelos geógrafos, mas estes optaram pela ignorância dos indicadores que se evidenciavam já na metade do século XIX e, por seu turno, a Geografia Física se desenvolveu praticamente de forma isolada e sem a consideração da ação humana no seu escopo teórico-metodológico.

Trabalhos pioneiros, como o de George Perkins Marsh, *Man and Nature* [Homem e natureza], de 1864, tiveram forte influência sobre as pesquisas posteriores, por demonstrar as formas como a Terra era vista e utilizada pelo homem.

Foi no fim da década de 1950, entretanto, que uma das tendências de estudo da relação homem-ambiente e de inserção daquele nos estudos de Geografia Física surgiu, especialmente no que concerne ao estudo dos “acazos¹³ terrestres” de uma perspectiva socioeconômica (Gregory, 1992).

À pesquisa do que se chama de *natural hazards* ou perigos naturais atribui-se uma das tendências de inclusão das influências humanas nos estudos ambientais e na Geografia Física. A esse respeito, os trabalhos pioneiros do geógrafo norte-americano Gilbert F. White se tornaram referência nos estudos dos riscos e perigos naturais, e por isso merece uma atenção mais distintiva.

As pesquisas de White estavam pautadas na Ecologia Humana, subdisciplina desenvolvida no âmbito da Sociologia e da Geografia, na Universidade de Chicago, em meados do século XIX¹⁴ (Mileti, 1999).

Reconhecido internacionalmente como o “pai” da pesquisa e da gestão dos *natural hazards*, White baseou suas pesquisas na ideia de que os perigos naturais são o resultado da interação de forças naturais e sociais, e que os perigos e seus impactos podem ser reduzidos por ajustamentos individuais e coletivos (Mileti, 1999).

O próprio White exprimiu, em artigo produzido com Robert Kates & Ian Burton (White et al., 2001), que a pesquisa sobre os *hazards* nasceu de uma demanda por estudos e análises com a finalidade de aplicação às situações práticas da realidade.

Assim, o surgimento de um paradigma dos estudos geográficos dos riscos e perigos naturais ocorreu nos Estados Unidos, com início na década de 1920. Em 1927, o governo dos Estados Unidos solicitou ao Corpo de Engenheiros dos Estados Unidos (US Corps of Engineers) estudos destinados à adequação da

13. A versão brasileira da obra de Gregory (1992) traduziu “hazard” como “acaso”. As questões ligadas às imprecisões dos conceitos serão debatidas adiante.

14. A Ecologia Humana foi desenvolvida, do ponto de vista filosófico, por John Dewey. Para esse autor, o fato de a humanidade existir num mundo natural, que é peculiarmente perigoso, resulta numa insegurança humana também inata (Mileti, 1999).

gestão de suas bacias hidrográficas, para que estas pudessem ser utilizadas em projetos desenvolvimentistas – irrigação, navegação, produção de energia, e para solucionar o problema das recorrentes inundações que atingiam áreas rurais e urbanas.

Apesar da colaboração de profissionais diversos na apresentação de soluções para esse problema – diques, represas, revestimento de margens fluviais, etc. –, muitos geógrafos questionaram a ênfase dada a soluções pautadas estritamente em obras de engenharia e, a partir disso, esboçaram a possibilidade de soluções alternativas.

É o caso do artigo de White (White et al., 1958) sobre as mudanças produzidas pela ocupação humana nas planícies inundáveis dos Estados Unidos, geridas de acordo com diretrizes administrativas da época, e que manifestaram um importante paradoxo: as perdas de todo tipo ocasionadas pelas inundações estavam aumentando consideravelmente, em vez de reduzir-se em função das obras de contenção (García-Tornel, 1984).

No fim da década de 1960, a Comissão Homem Ambiente da União Geográfica Internacional (UGI) promoveu investigações sobre riscos naturais e suas consequências para o homem. As pesquisas realizadas entre 1968-1972 foram posteriormente editadas por Gilbert White, então presidente da referida comissão e publicadas, em 1974 (White, 1974), com o título *Natural hazards: local, national, global* (Zanella, 2006).

Também em meados da década de 1970 foi se construindo uma tendência a uma abordagem mais conjuntiva dos *natural hazards*. À época existia a abordagem dos *hazards*, na Geografia, baseada na sua herança da Ecologia Humana, com ênfase nas relações entre os perigos naturais e as respostas sociais a estes e na redução das perdas (Mileti, 1999).

Já oriunda da Sociologia, surge uma abordagem cuja perspectiva era a da análise do comportamento coletivo e enfatizava a resposta aos desastres e à prevenção destes. Essa orientação teórica ficou conhecida como *disaster research*, por sua postura em salientar o estudo dos desastres e pela formação de uma “escola” de pesquisa sobre esse tema.¹⁵

15. A “escola” de pesquisa sobre os desastres, a *disaster research*, foi principiada com a tese de Prince, de 1920, sobre desastres tecnológicos, tese utilizada como referência para os estudos dos desastres naturais. A *disaster research* foi intensamente impulsionada ao longo dos anos 1950 (quando da Guerra Fria) e suas pesquisas se baseavam na psicologia social do comportamento coletivo e nas teorias da organização social (Mileti, 1999). Outro importante marco para a abordagem pautada nos desastres foi a criação do Disaster Research Center (DRC), na Ohio State University, em 1963, pelo sociólogo E. L. Quarantelli (Cutter, 1993).

Tabela 1.1 – Escala das catástrofes de acordo com as perdas humanas, financeiras e ecológicas

Escala das catástrofes segundo o número de vítimas		
Número de vítimas	Nível	Exemplo
0-9	1	Ciclone Iniki (Estados Unidos, 1992)
10-99	2	Inundação (Rep. Tcheca, 1997)
100-999	3	Febre tifoide (Tadjiquistão, 1997)
1.000-9.999	4	Bhopal (Índia, 1984)
10.000-99.999	5	Sismo de Izmit (Turquia, 1999)
100.000-999.999	6	Ciclone de Bangladesh (1970)
Superior a 1 milhão	7	Gripe espanhola (1918-1919)
Escala das catástrofes segundo as perdas financeiras		
Milhões de francos	Nível	Exemplo
0-9	1	Desmoronamento de terra Mocotero (Bolívia, 1998)
10-99	2	Ciclone Linda (Vietnã, 1997)
100-999	3	Incêndios (Indonésia, Parque de Kutai, 1998)
1.000-9.999	4	Acidente de Three Miles Island (1979)
10.000-99.999	5	Plataforma petrolífera Piper Alpha (Inglaterra, 1988)
Superior a 100 mil	6	Ciclone Andrews (Estados Unidos, 1992)
Escala das catástrofes segundo as perdas de biomassa		
Biomassa (toneladas)	Nível	Exemplo
0-9	1	Catástrofe do Boeing egípcio (Estados Unidos, 1999)
10-99	2	Sismo do México (1985)
100-999	3	Onda de calor (Estados Unidos, 1999)
1.000-9.999	4	Tempestade de Grand-Bornand (França, 1987)
10.000-99.999	5	Erupção do vulcão Santa Helena (Estados Unidos, 1980)
100.000-999.999	6	Ciclone Mitch (América Central, 1998)
Superior a 1 milhão	7	Tempestade (França, 1999)

Fonte: Modificado por Almeida (2009), de Dauphiné (2005).

A procura por abordagens mais integrativas começa a se materializar em 1972, quando as duas propostas anteriores, a geográfica, pautada na análise dos perigos ou *hazards*; e a sociológica, relacionada à escola de pesquisa dos desastres, foram agregadas com os diferentes panoramas da Climatologia, Engenharia, Economia, Direito, Planejamento, Psicologia, Meteorologia, Políticas Públicas, entre outras.

Nessa perspectiva, o trabalho do geógrafo Gilbert White e do sociólogo Eugene Haas (1975) empreendeu importante busca de um balanço do conhecimento sobre os riscos, perigos e desastres, com destaque nas Ciências Sociais, sugerindo direcionamentos para uma política nacional (nos Estados Unidos) e um inventário de futuras pesquisas, como frisou Mileti (1999).

Em outro trabalho do grupo de White (Burton, Kates & White, 1978), os autores procuraram esboçar uma “história” dos avanços nas pesquisas sobre o tema dos perigos. Esse trabalho se tornou umas das principais referências para pesquisadores e profissionais dos riscos e perigos, pois os autores concluíram que a frequência e a magnitude dos eventos catastróficos estavam aumentando, assim como suas perdas e custos, que recorrentemente recaem de forma diferenciada em relação a vários países.

Os autores também destacam a forte interdependência entre a dinâmica físico-natural da Terra e os processos de ocupação do território, este sendo o principal responsável pelo crescimento das incertezas e dos danos às populações, principalmente aquelas mais vulneráveis.

1.2.4 Uma discussão dos conceitos de risco, perigo e desastre

O risco é um constructo eminentemente social, ou seja, é uma percepção humana. Risco é a percepção de um indivíduo ou grupo de indivíduos da probabilidade de ocorrência de um evento potencialmente perigoso e causador de danos, cujas consequências são uma função da vulnerabilidade intrínseca desse indivíduo ou grupo.

Observa-se que, em geral, confunde-se a noção de risco com a noção do próprio evento que causa ameaça ou perigo, o que dificulta sua percepção e sua gestão. Assim, a noção de perigo, que é diferente da ideia de risco, tem relação com a possibilidade ou a própria ocorrência de um evento causador de prejuízo.

Para Smith (2001), o perigo é uma inelutável parte da vida e é um dos componentes do risco. Para o autor, perigo é uma ameaça potencial para as pessoas e seus bens, enquanto risco é a probabilidade da ocorrência de um perigo e de gerar perdas. De forma explicativa, Smith cita o exemplo dado por Okrent (1980), quando este considera duas pessoas cruzando um oceano, uma num transatlântico e outra num barco a remo. O principal perigo (águas profundas e grandes ondas) é o mesmo em ambos os casos, mas o risco (probabilidade de naufrágio e afogamento) é muito maior para o indivíduo do barco a remo.

Outros dois conceitos que merecem esclarecimentos são desastre e catástrofe. De acordo com Quarantelli (1998), um desastre é um evento concentrado no

tempo e no espaço, no qual uma comunidade experimenta severo perigo e destruição de seus serviços essenciais, acompanhado por dispersão humana, perdas materiais e ambientais, que frequentemente excedem a capacidade dessa comunidade em lidar com as consequências do desastre sem assistência externa.

Já o conceito de catástrofe é semelhante ao de desastre. O que os diferencia é a escala ou a magnitude das consequências e, nesse caso, a catástrofe possui dimensões mais amplas, podendo ser quantificada quanto às perdas humanas, financeiras e ecológicas. Dauphiné (2005) propõe diversas escalas de mensuração dos desastres e das catástrofes (Tabelas 1.1 e 1.2).

Tabela 1.2 – Escala sintética das catástrofes

Perdas humanas	Perdas financeiras	Perdas ecológicas	Nível	Exemplo
1	1 e 2	1 e 2	I	Acidente
2	1 a 4	1 a 4	II	Desastre
3 e 4	1 a 6	1 a 6	III	Catástrofe
5	2 a 6	2 a 7	IV	Catástrofe maior
6 e 7	4 a 6	2 a 7	V	Supercatástrofe

Fonte: Modificado por Almeida (2009), de Dauphiné (2005).

A segunda vertente do conceito de risco é a vulnerabilidade. Nesse contexto, o risco é função de duas categorias: $R = f(P, V)$, em que P é o próprio evento perigoso (perigo) ou a sua potencialidade de ocorrência, e V é a vulnerabilidade intrínseca de um indivíduo ou grupo de indivíduos. Outros conceitos embutidos na ciência da vulnerabilidade, tais como resiliência, adaptação, insegurança, ajustamento, exposição e susceptibilidade, podem ser analisados na vasta bibliografia produzida sobre o tema.

1.2.5 Tipos de risco

De acordo com Veyret (2007), há diversos tipos de riscos, mas nem todos são tratados pela Geografia. Os riscos cuja percepção e gestão são acompanhadas de uma dimensão espacial, e por isso são abordados pela ciência geográfica, são classificados de acordo com os processos que os engendram.

Dessa forma, a classificação dos riscos (que apresentam expressão espacial) pode ser analisada no Quadro 1.1.

Quadro 1.1 – Tipos de riscos

Tipos de riscos		Definições, características, exemplos
Riscos ambientais	Riscos naturais	Riscos pressentidos, percebidos e suportados por um grupo social ou um indivíduo sujeito à ação possível de um processo físico natural; podem ser de origem litosférica (terremotos, desmoronamentos de solo, erupções vulcânicas), e hidroclimática (ciclones, tempestades, chuvas fortes, inundações, nevascas, chuvas de granizo, secas); apresentam causas físicas que escapam largamente à intervenção humana e são de difícil previsão.
Riscos ambientais	Riscos naturais agravados pelo homem	Resultado de um perigo natural cujo impacto é ampliado pelas atividades humanas e pela ocupação do território: erosão, desertificação, incêndios, poluição, inundações, etc.
Riscos tecnológicos		Distinguem-se em poluição crônica (fenômeno perigoso que ocorre de forma recorrente, às vezes lenta e difusa) e poluição acidental (explosões, vazamento de produtos tóxicos, incêndios).
Riscos econômicos, geopolíticos e sociais		Riscos atrelados à divisão e ao acesso a determinados recursos (renováveis ou não), que podem se traduzir em conflitos latentes ou abertos (caso das reservas de petróleo e água); podem ter ainda origem nas relações econômicas na agricultura (insegurança alimentar), causas da globalização (crises econômicas), insegurança e violência em virtude da segregação socioespacial urbana, riscos à saúde (epidemias, fome, poluição, consumo de drogas, etc.).
Outros tipos de riscos	Ex.: Riscos maiores	A compreensão do risco também depende da escala de análise; o risco maior é assim considerado quando o custo de recuperação e o número de perdas humanas são relevantemente elevados para os poderes públicos e seguradores; os riscos maiores correspondem a eventos de baixa frequência e grande magnitude e consequências (ex.: Chernobyl, Seveso, Bhopal, Katrina, etc.); há ainda exemplos de “territorialização” dos riscos, como é o caso específico dos riscos urbanos, em razão da complexidade e da multidimensionalidade de atores e variáveis das cidades.
	Ex.: Riscos urbanos	

Fonte: Organizado por Almeida (2009), a partir de Veyret (2007).

1.2.6 A década de 1980 e a emergência da ciência da vulnerabilidade

Ao analisar-se a distribuição socioespacial das vítimas mundiais de catástrofes naturais no período 1973-2002, tornam-se claras as diversas diferenças, no que diz respeito às consequências, entre os estados de pobreza dos países afetados. Os países mais pobres, ou seja, aqueles com Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) inferior a 0,8 (= México) registraram nesse período 96% dos óbitos relativos a fenômenos naturais. Tal fato explicita que a pobreza é, indiscutivelmente, uma das causas mais profundas da vulnerabilidade (Leone & Vinet, 2006).

O crescimento das desigualdades sociais, da pobreza, da segregação socioespacial advinda com o trinômio capitalismo-industrialização-urbanização, em correlação com a consequente degradação do ambiente nas suas diversas facetas, fez surgir em meados dos anos 1980 uma abordagem teórico-metodológica que procurou focar os desastres (naturais ou tecnológicos) do ponto de vista não apenas de seus fatores físicos desencadeantes, mas com base no prisma das populações atingidas.

Até a década de 1970, a primazia das pesquisas sobre riscos se assentava sobre a análise dos perigos e ameaças naturais (os chamados *natural hazards*), pesquisas que procuravam respostas técnicas a situações ou problemas práticos do cotidiano (como visto anteriormente).

As investigações sobre os perigos naturais e as intervenções técnicas para a mitigação das consequências humanas e materiais (em geral oriundas da engenharia de obras) tomou a forma de um paradigma chamado análise do risco (*risk analysis*), que passou a conduzir pesquisas e avaliações, dentro e fora da academia, com apoio em análises econômicas até consultorias de seguros (Marandola Jr. & Hogan, 2004).

A premissa de que os desastres são consequências diretas de eventos ou ameaças físicas de tipos diferentes, base para o paradigma da análise do risco, e as diversas publicações sob essa égide, são definidas por Hewitt (1983) como abordagens “fiscalistas”, ao confrontá-las com as abordagens que partem de uma visão dos desastres como uma problemática social, ou ainda como “problemas não resolvidos do desenvolvimento”. (Maskrey, 1996).

Essa perspectiva de compreensão das catástrofes e desastres naturais provocados por fenômenos como terremotos, ciclones, furacões, erupções vulcânicas, deslizamentos de terra, avalanches, *tsunamis* e inundações passou a incorporar abordagens mais integradoras e holísticas no entendimento das complexas redes

de relações social-natural-cultural-ambiental que se configuram como a base da gênese dos desastres.¹⁶

É nesse contexto de inclusão das dimensões socioculturais na problemática ambiental que surge o conceito de vulnerabilidade. White et al. (2001) exprimem as tendências teórico-metodológicas da pesquisa sobre os perigos e desastres naturais e apontam a crescente atenção dada à abordagem da vulnerabilidade.¹⁷

Nos últimos cinquenta anos, os pesquisadores da temática dos riscos e perigos focaram suas atenções na busca de respostas a uma série de questões fundamentais: como se dá a ocupação humana das zonas sob perigo? Como os indivíduos e as sociedades respondem aos perigos ambientais e que fatores influenciam suas escolhas de ajustamento (adaptação)? Como mitigar os riscos e os impactos dos perigos naturais? Na década de 1980, porém, outra questão foi posta na lista de perguntas anteriores: por que as sociedades estão se tornando mais vulneráveis aos perigos ambientais (Cutter, 1996)?

Definida, *grosso modo*, como o potencial de perda de um sistema (Mitchel, 1989), a vulnerabilidade tornou-se um conceito essencial na abordagem dos riscos e perigos, e central para o desenvolvimento de estratégias de redução e mitigação das consequências dos desastres naturais, nas diversas escalas de análise (local, regional, nacional, global).

De acordo com Cutter (1996), a ciência da vulnerabilidade concentra-se em três áreas temáticas principais: as contradições e confusões no significado do termo, a sua medição, e as causas das resultantes espaciais associadas aos estudos de vulnerabilidade.¹⁸ A autora ainda acrescenta uma nova proposta ou um novo

16. Na década de 1970, houve a incorporação, às pesquisas, de fenômenos ditos tecnológicos – acidentes nucleares, contaminações tóxico-industriais, derramamento de substâncias químicas no ambiente –, além de fenômenos eminentemente sociais, caso da pobreza, fome e violência (Jones, 1993; Hogam & Marandola Jr., 2006).

17. Sobre as tendências de pesquisa sobre os perigos naturais, num artigo que discute a paradoxal relação entre o aumento das perdas (humanas e materiais) por desastres naturais, apesar do aumento das investigações sobre o assunto, White et al. (2001) afirmam: “We found three important trends exemplified in this literature: (i) a move towards greater emphasis on disaster and correspondingly less on the broader concept of hazards; (ii) a growing convergence in research and practice across hazards, and; (iii) a considerable expansion in exploration and adoption of concepts of vulnerability” [Encontramos três importantes tendências exemplificadas nesta literatura: (i) um movimento para uma maior ênfase no desastre e, correspondentemente, menos no conceito mais amplo de riscos, (ii) uma crescente convergência na pesquisa e prática em riscos, e (iii) uma considerável expansão na exploração e na adoção de conceitos de vulnerabilidade] (White et al., 2001, p.82, tradução nossa). A respeito das tendências de pesquisa sobre riscos, perigos e desastres, cf. também Smith (2001).

18. Tanto para White et al. (2001), quanto para Cutter (1996), há três principais campos de pesquisa para a ciência da vulnerabilidade: a busca de um significado consensual, o conceito de

modelo conceitual de vulnerabilidade, definida como “Os perigos do lugar” (*The hazards of place*).

Para White et al. (2001), corroborando a análise de Cutter, a vulnerabilidade se tornou, nas últimas décadas, um conceito central utilizado por diversos autores. Entre 12 livros sobre *natural hazards* analisados pelos autores, sete deles apresentavam o termo “vulnerabilidade” em seus respectivos índices, além de outras obras destacarem a definição do conceito e sua aplicabilidade (Quadro 1.2).

Quadro 1.2 – Seleção das publicações mais representativas dos anos 1990 sobre perigos naturais

BLAIKIE, P. M., CANNON, T., DAVIS, I., WISNER, B.	<i>At risk: natural hazards, people's vulnerability, and disasters.</i> Londres: Routledge, 1994. 284p.
BRYANT, E.	<i>Natural hazards.</i> Cambridge: Cambridge University Press, 1991. 312p.
BURTON, I., KATES, R. W., WHITE, G. F.	<i>The environmental as hazard.</i> 2.ed. Nova York: Gilford Press, 1993. 290p.
COCH, N. K.	<i>Geohazards: natural and human.</i> Englewood Cliffs (NJ): Prentice Hall, 1995. 481p.
HEWITT, K.	<i>Regions of risk: a geographical introduction to disasters.</i> Harlow: Longman, 1997. 389p.
KOVACH, R. L.	<i>Earth's fury: an introduction to natural hazards and disasters.</i> Englewood Cliffs (NJ): Prentice Hall, 1995. 224p.
LINDELL, M. K., PERRY, R. W.	<i>Behavioral foundations of community emergency planning.</i> Washington: Hemisphere Publishing Corp., 1992. 320p.
PALM, R.	<i>Natural hazards: an integrative framework for research and planning.</i> Baltimore; Londres: Johns Hopkins Univ. Press, 1990. 184p.
QUARANTELLI, E. L.	<i>What is a disaster?: perspectives on the question.</i> Londres: Routledge, 1998.
SMITH, K.	<i>Environmental hazards: assessing risk & reducing disaster.</i> Londres: Routledge, 1992. 324p.
TOBIN, G. A., MONTZ, B. E.	<i>Natural hazards: explanation and integration.</i> Nova York: Gilford Press, 1997. 388p.
ZEBROWSKI JR., E.	<i>Perils of a restless planet: scientific perspectives on natural hazards.</i> Cambridge: Cambridge University Press, 1997. 306p.

Fonte: White et al. (2001).

vulnerabilidade como uma medida do risco, e a incorporação do conceito na análise da vulnerabilidade de grupos específicos e suas características.

Assim, dentre as ciências ambientais, a ciência da vulnerabilidade pode contribuir para o entendimento das circunstâncias que põem as pessoas sob risco e das condicionantes que reduzem a habilidade com que as pessoas e os lugares respondem às ameaças ambientais, ou seja, reduzem sua resiliência¹⁹ (Cutter, 2003).

Além disso, a vulnerabilidade se tornou base para políticas de redução de riscos, perigos e desastres, como é o caso da Década Internacional para a Redução de Desastres Naturais (International Decade for Natural Disaster Reduction – IDNDR), que é um importante programa de redução de perdas por riscos naturais, adotado em dezembro de 1989 pela Assembleia Geral das Nações Unidas, que proclamou os anos 1990 como a década internacional de redução dos desastres naturais (Munasinghe & Clark, 1995; Smith, 2001).

Categorias de análise tais como risco (exposição), perigo, resiliência, susceptibilidade diferencial, recuperação/mitigação, também englobam em seus escopos teóricos o conceito de vulnerabilidade. Este também aparece da mesma forma em pesquisas aplicadas aos estudos de desenvolvimento e pobreza (academicamente, na Antropologia e na Sociologia), saúde pública, estudos de mudanças climáticas, Engenharia, Geografia, Ecologia Política e, principalmente, entre os pesquisadores dos riscos, perigos e desastres (Birkmann & Wisner, 2006).

Apesar da atual importância atribuída à ciência da vulnerabilidade, o conceito ainda carece de melhor definição e de consenso em relação a ele, como constatam diversos autores (Bogardi, 2004; Cutter, 1996, 2003; White et al., 2001).

As confusões e contradições no estabelecimento de uma definição consensual de vulnerabilidade implicam grandes dificuldades na operacionalização do conceito. O fato de haver um ramo de pesquisa tão profícuo sobre o debate do significado do termo pode servir de justificativa para a asserção anterior.

Nesse sentido, a definição mais ampla de vulnerabilidade como “potencial de perda” não articula de que perda se está falando, nem responde às seguintes questões postas por Cutter (1996): quem é/está vulnerável? Vulnerável a que processo? E em função de quais condições socioespaciais?

Com suporte nesses questionamentos, pode-se notar a multidimensionalidade do conceito, que permeia as várias dimensões que formam a realidade – cultural, social, econômica, ecológica, tecnológica, ambiental, psicológica, entre outras.

19. Para uma análise da definição e da aplicabilidade do conceito de resiliência, conferir Klein et al. (2004).

Cutter (1996) relacionou 18 definições de vulnerabilidade (Quadro 1.3), demonstrando essa multidimensionalidade, mas também uma evolução do conceito ao longo do tempo, como Hogan & Marandola Jr. (2006) exprimem.²⁰

A falta de consenso na definição do conceito de vulnerabilidade advém tanto da dificuldade em se apreender a multidimensionalidade da realidade analisada quanto da diversidade de orientações epistemológicas (Ecologia Política, Ecologia Humana, Ciências Físicas, Análise Espacial, etc.) e, conseqüentemente, das práticas metodológicas (ou seja, da operacionalização do conceito).

Quadro 1.3 – Definições selecionadas de vulnerabilidade

Gabor & Griffith (1980)	A vulnerabilidade é a ameaça (de materiais perigosos) à qual as pessoas estão expostas (incluindo agentes químicos e a situação ecológica das comunidades e seu nível de preparação para emergências). Vulnerabilidade é o contexto de risco.
Timmerman (1981)	Vulnerabilidade é o grau em que um sistema atua negativamente para a ocorrência de um evento perigoso. O grau e a qualidade da reação adversa são condicionadas por resiliência de um sistema (uma medida da capacidade do sistema para absorver e se recuperar do evento).
Undro (1982)	Vulnerabilidade é o grau de perda para um determinado elemento ou conjunto de elementos em risco resultante da ocorrência de um fenômeno natural de determinada magnitude.
Susman et al. (1984)	A vulnerabilidade é o grau em que as diferentes classes da sociedade estão diferencialmente em risco.
Kates (1985)	Vulnerabilidade é a “capacidade de sofrer danos e reagir negativamente”.
Pijawka & Radwan (1985)	Vulnerabilidade é a ameaça ou a interação entre risco e preparação. É o grau em que materiais perigosos ameaçam uma determinada população (risco) e a capacidade da comunidade para reduzir o risco ou as conseqüências adversas de lançamentos de materiais perigosos.
Bogard (1989)	Vulnerabilidade é operacionalmente definida como a incapacidade de tomar medidas eficazes diante dos prejuízos. Quando aplicadas a indivíduos, a vulnerabilidade é uma conseqüência da impossibilidade ou improbabilidade de mitigação eficaz e é uma função da nossa capacidade de selecionar os perigos.
Mitchell (1989)	Vulnerabilidade é o potencial de perda.
Liverman (1990)	Distingue entre a vulnerabilidade como condição biofísica e vulnerabilidade como definido pelas condições políticas, sociais e econômicas da sociedade. Ela defende a vulnerabilidade no espaço geográfico (onde as pessoas vulneráveis e lugares estão localizados) e da vulnerabilidade no espaço social (que naquele lugar é vulnerável).

(cont.)

20. Anderson (1995) também acentua que o conceito de vulnerabilidade é refinado ao longo do tempo, embora não seja aceito completamente pela comunidade científica, nem possua uma definição consensual.

(continuação)

Downing (1991)	Vulnerabilidade tem três conotações: refere-se a uma consequência (por exemplo, a fome) em vez de uma causa (por exemplo, são vulneráveis à fome), e é um termo relativo que diferencia entre os grupos socioeconômicos ou regiões, em vez de uma medida absoluta de privação.
Dow (1992)	Vulnerabilidade é a capacidade diferencial de grupos e indivíduos para lidar com os riscos, com base em suas posições em relação aos riscos, com base em suas posições dentro dos mundos físico e social.
Smith (1992)	Risco de um perigo específico varia ao longo do tempo e de acordo com mudanças na exposição, quer (ou ambas) vulnerabilidade física ou humana (a amplitude de tolerância social e econômica disponível no mesmo local).
Alexander (1993)	Vulnerabilidade humana é uma função dos custos e benefícios de habitar áreas de risco de desastres naturais.
Cutter (1993)	A vulnerabilidade é a probabilidade de que um indivíduo ou grupo estarão expostos e afetados por um perigo. É a interação dos perigos do lugar (e mitigação de risco) com o perfil social das comunidades.
Watts & Bohle (1993)	A vulnerabilidade é definida em termos de capacidade de exposição e potencialidade. Consequentemente, a resposta prescritiva e normativa para a vulnerabilidade é reduzir a exposição, aumentar a capacidade de enfrentamento, reforçar o potencial de recuperação e reforçar o controle de danos (ou seja, minimizar as consequências destrutivas) através de meios públicos e privados.
Blaikie et al. (1994)	Por vulnerabilidade entendemos a capacidade de uma pessoa ou grupo de antecipar, lidar com, resistir e se recuperar do impacto de um perigo natural. Trata-se de uma combinação de fatores que determinam o grau em que a vida de alguém e meios de subsistência estão em risco por um evento discreto e que pode ser identificado na natureza ou na sociedade.
Bohle et al. (1994)	Vulnerabilidade é mais bem definida como uma medida agregada do bem-estar humano que integra a exposição ambiental, social, econômica e política a uma gama de potenciais perturbações prejudiciais. Vulnerabilidade é um espaço de múltiplas camadas sociais e multidimensionais, definida pela capacidade política, econômica e institucional de pessoas em locais e em tempos específicos.
Dow & Downing (1995)	Vulnerabilidade é a susceptibilidade diferencial de circunstâncias que contribuem para a vulnerabilidade. Fatores biofísicos, demográficos, econômicos, sociais e tecnológicos, tais como idade das populações, dependência econômica, racismo e idade de infraestrutura são alguns fatores examinados em associação com os desastres naturais.

Fonte: Cutter, 1996, p.531-2, tradução nossa.

Também nesse sentido, há considerável variação na escolha dos perigos e ameaças a serem analisados (seca, terremotos, inundações, fome, violência, entre outros), cada um com dimensões espacotemporais específicas, além da escolha da região a ser estudada – países desenvolvidos ou em desenvolvimento, para citar um exemplo.

E Cutter (1996, p.530) conclui: “The result is a confused lexicon of meanings and approaches to understanding vulnerability to environmental hazards”.²¹ Assim, haveria maior evolução operacional do conceito se na sua aplicação fosse possível responder como e por que lugares e pessoas são vulneráveis aos perigos ambientais.²²

O conceito de vulnerabilidade, assim como o de risco, indica uma situação ou estado futuro. Nesse caso, a definição de Blaikie et al. (1994) parece oportuna, já que, para os autores, estar vulnerável significa compreender as características de uma pessoa ou grupo no que concerne à sua capacidade para antecipar, sobreviver, resistir e recuperar-se do impacto de uma ameaça ou perigo natural.

Os autores consideram o conceito como uma combinação de fatores que determinam o grau com que a vida e a subsistência de alguém são postas em risco por um evento distinto e identificável na natureza e/ou na sociedade.

A esse respeito, Smith (2001) entende que, para os mais vulneráveis, o acesso a recursos (e. g., a um meio de vida seguro ou a formas de recuperação dos desastres) e a informação, e a disponibilidade de uma rede social que mobilize apoio e ajuda na comunidade são fatores de enorme relevância para lidar com as consequências dos desastres.

Além disso, fatores como pobreza,²³ idade, gênero, etnia, incapacidade, classe ou *status* social, casta, são características que podem indicar se determinados grupos da sociedade são mais propensos do que outros ao dano, à perda e ao sofrimento no contexto das diferentes ameaças.²⁴

Com efeito, em torno de 25% da população mundial vive em áreas de risco de perigos naturais. Anderson (1995) indica que a maior parte desse contingente populacional se encontra em países em desenvolvimento, onde a vulnerabilidade

21. “O resultado é um léxico confuso de significados e abordagens para a compreensão da vulnerabilidade aos riscos ambientais” (tradução nossa).

22. Pode-se inferir a ideia de que, tanto nos conceitos elencados por Cutter (1996) quanto nas obras analisadas por White et al. (2001), há uma forte interação entre natureza e sociedade, mas há diferentes formas de análise das relações: de uma ênfase nos processos de vulnerabilidade aos perigos naturais com seu significado “trivial.” White et al. (2001) falam em *commonplace*, ou lugar-comum, passando por abordagens mais holísticas da interação dos aspectos naturais e culturais, até abordagens que distinguem as condições sociais e humanas do indivíduo ou de um grupo, num determinado lugar.

23. Vulnerabilidade e pobreza não são sinônimos, embora frequentemente essas duas categorias estejam inter-relacionadas, de acordo com White et al. (2001).

24. “While the concept of vulnerability clearly involves varying magnitude, from high to low levels of vulnerability, for different people, we use the term to mean those who are more vulnerable” [Embora o conceito de vulnerabilidade envolva claramente diversas magnitudes, de alto a baixo nível de vulnerabilidade, para pessoas diferentes, usamos o termo para significar aqueles que são mais vulneráveis] (Blaikie et al., 2001, p.9, tradução nossa).

se forma da pobreza, da segregação/discriminação e da carência de representação política, que impedem o processo de desenvolvimento.

Pobreza, ocupação de lugares sujeitos a perigos naturais e/ou tecnológicos, concentração populacional nas cidades, impactos econômicos dos desastres, carências na infraestrutura e serviços, características sociais (citadas anteriormente – gênero, idade, classe, etc.), degradação ambiental, corrupção, decisões políticas, carência de programas sociais, entre outros.

Nos países em desenvolvimento, esses amplos problemas combinados criam as condições para o mais elevado grau de vulnerabilidade. Assim, pode-se inferir que a escala do impacto de um desastre é uma função da vulnerabilidade humana e da magnitude física do evento perigoso (Smith, 2001).

Bogardi (2004) fala em milhões de migrantes que se dirigem a cada ano para as cidades, em função da insustentabilidade e do declínio das comunidades rurais, e complementa: “It is widely expected that in 2025 two-third of humanity, thus 5 billion people by them, would live in cities” (p.362).²⁵

Para o autor, o crescimento urbano implacável e não planejado cria os próprios problemas: serviços municipais sobrecarregados e ocupação de terras marginais inseguras (vertentes instáveis e áreas propensas a inundações, na sua maioria).

Assim, parcela majoritária dos principais aglomerados urbanos está localizada nas zonas costeiras, em deltas e ao longo dos rios. O aumento da concentração de pessoas nesses ambientes amplifica consideravelmente o número de pessoas susceptíveis a ser expostas às consequências de eventos extremos, como tempestades, furacões, tufões, e eventos ulteriores, como movimentos de terra, *tsunamis*, inundações, entre outros (Bogardi, 2004).

Embora o conceito de vulnerabilidade seja uma “chave” para a compreensão da segurança humana (como diz Bogardi), há ainda uma forte incerteza quanto ao potencial de seu uso como categoria de análise dos riscos e perigos. Há fortes desafios para esse intuito, e um deles é o de ordem escalar.

Enquanto as consequências ligadas aos problemas anteriormente descritos são de ordem global, a ocorrência de eventos extremos e suas superposições em relação à degradação ambiental são fenômenos de ordem local ou regional. Por isso, entender a sequência lógica e a natureza “estocástica” da cadeia “perigos-riscos-vulnerabilidade” é de suma importância, ainda de acordo com Bogardi (2004).

25. “Espera-se que, em 2025, dois terços da humanidade, portanto, 5 bilhões de pessoas, vivam em cidades” (tradução nossa).

Apesar de haver um relativo consenso no que concerne aos conceitos de perigo (*hazard*) e de risco (*risk*), há muitas incertezas quanto à amplitude e à aplicabilidade do conceito de vulnerabilidade (*vulnerability*). Como visto em Cutter (1996), há uma múltipla gama de definições para o conceito, de acordo com a sua revisão realizada em meados dos anos 1990.

Dos anos 2000 em diante, a procura do consenso conceitual persiste, e uma das definições mais simples e compreensíveis é reportada a Wisner (2002 apud Bogardi, 2004, p.362): “Likelihood of injury, death, loss, disruption of livelihood or other harm in an extreme event, and/or unusual difficulties in recovering from such effects”.²⁶

Na revisão global das iniciativas de redução de desastres (revisão do IDNDR), a Estratégia Internacional para a Redução de Desastres (International Strategy for Disaster Reduction – ISDR) define vulnerabilidade como “a set of conditions and processes resulting from physical, social, economical, and environmental factors, which increase the susceptibility of a community to the impact of hazards” (ISDR, 2002 apud Bogardi, 2004, p.362).²⁷

Da mesma forma, o relatório sobre redução de risco de desastre do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (United Nations Development Programme – UNDP) sublinha a conotação social da vulnerabilidade e a define como “a human condition or process resulting from physical, social, economic and environmental factors, which determine the likelihood and scale of damage from the impact of a given hazard” (UNDP, 2004 apud Bogardi, 2004, p.362).²⁸

Já Bohle expõe a natureza multifacetada da vulnerabilidade quando a concebe a sob dois prismas: um “externo” (ambiental) e outro “interno” (humano), cobrindo uma extensa gama de possíveis danos e consequências, o que implica um período relativamente longo, excedendo certamente o tempo de ocorrência do evento danoso (Bohle, 2002).

26. “Probabilidade de lesão, morte, perda, ruptura de meios de subsistência ou outros danos em um evento extremo, e/ou dificuldades incomuns na recuperação de tais efeitos” (tradução nossa).

27. “Um conjunto de condições e processos resultantes de fatores físicos, sociais, econômicos e ambientais que aumentam a susceptibilidade de uma comunidade ao impacto dos perigos” (tradução nossa).

28. “Uma condição humana ou processo resultante de fatores físicos, sociais, econômicos e ambientais, que determinam a probabilidade e a escala de danos por impacto de um determinado perigo” (tradução nossa).

Para Bogardi (ibid.), a interpretação de Bohle relaciona fortemente a vulnerabilidade à noção de resiliência,²⁹ que significa, no caso específico dos desastres, a habilidade de retornar a um estado similar à condição anterior ao desastre.

Apesar de o conceito de resiliência também não possuir consenso conceitual e operacional (Klein et al., 2003), Timmerman (1981) foi um dos primeiros pesquisadores a discutir a resiliência da sociedade às mudanças climáticas, ligando esse conceito ao de vulnerabilidade. O mencionado autor definiu resiliência como a medida da capacidade de um sistema (ou parte de um sistema) em absorver ou se recuperar da ocorrência de um evento danoso.

Já Pelling (2003), tratando da vulnerabilidade humana (individual), divide a vulnerabilidade aos perigos naturais em três componentes: exposição (*exposure*), resistência (*resistance*) e resiliência (*resilience*) (Pelling, 2003 apud Klein et al., 2003). Seguindo a proposta de Blaikie et al. (1994), Pelling descreve a resiliência aos perigos naturais como a habilidade de um ator em “lidar com” (*to cope with*, em inglês, *faire face*, em francês) ou adaptar-se à ocorrência de um evento perigoso.³⁰

Em Dauphiné (2005), a noção de vulnerabilidade se apresenta como a segunda vertente do conceito de risco (a outra categoria é a concepção de perigo ou *aléa*, em francês, ou *hazard*, em inglês). Em função das numerosas definições que o conceito de vulnerabilidade possui, o autor agrupa os conjuntos de definições em duas grandes categorias, uma analítica e outra sintética.

A definição analítica³¹ considera a vulnerabilidade, num sentido amplo, como a expressão do nível de consequências previsíveis de um fenômeno natural sobre os recursos ameaçados, estes representados pelo homem, seus bens

29. Resiliência é um conceito oriundo da Física e tem como significado mais geral a capacidade de um corpo recuperar-se, de se adaptar após ter sido comprimido, expandido ou dobrado, retornando ao seu estado original. Para o ISDR, no contexto da compreensão dos riscos de desastres, resiliência significa: “A capacidade de um sistema, comunidade ou sociedade expostos a riscos de resistir, absorver, acomodar-se e recuperar-se dos efeitos de um perigo, de forma oportuna e eficiente, nomeadamente através da preservação e restauração de suas estruturas essenciais e funções básicas. [...] A resiliência de uma comunidade no que diz respeito a eventos de risco potencial é determinada pelo grau em que a comunidade tem os recursos necessários e é capaz de se organizar antes e durante momentos de necessidade” (ISDR, 2009, tradução nossa).

30. A resiliência também é tratada como fator determinante da vulnerabilidade, assim como as noções de exposição e de susceptibilidade (Klein et al., 2003, p.40).

31. Nessa perspectiva, a definição de vulnerabilidade é dada pelo guia geral para a elaboração dos Planos de Prevenção de Riscos Naturais Previsíveis (PPR), que é um instrumento legal criado na França como ferramenta de previsão e prevenção dos riscos naturais no país (para detalhes, Antoine et al., 2008).

e o ambiente em que vive. Essa abordagem é tida como analítica, já que os recursos vulneráveis podem ser decompostos, por exemplo, no caso de bens econômicos, quando é possível calcular os danos para a agricultura, a indústria e os serviços.

Após algumas décadas, no entanto, essa definição de vulnerabilidade se mostrou restritiva e oposta a uma abordagem que entenderia a vulnerabilidade das sociedades com base em suas capacidades de resposta às crises potenciais (D'Ercole, 1994). Essa concepção de vulnerabilidade (sintética) intenta traduzir a fragilidade de um sistema no seu conjunto e, de forma indireta, demonstrar a sua capacidade de superar a crise provocada por um perigo potencial (*aléa*). Assim, quanto mais um sistema é apto a se restabelecer após uma catástrofe, menos ele é considerado vulnerável, o que remete novamente às noções de resistência e resiliência.

Ao estimar o nível de disponibilidade operacional dos métodos de avaliação das vulnerabilidades às ameaças naturais, Leone & Vinet (2006) concebem duas formas de operacionalização do conceito de vulnerabilidade,³² quais sejam: abordagens setoriais e abordagens globais e sistêmicas.

Tratando das abordagens setoriais (semelhante ao conceito analítico de vulnerabilidade de Dauphiné, 2005), é possível distinguir ou decompor a vulnerabilidade ao “infinito” em numerosos tipos, mas, para efeito dos estudos dos fenômenos naturais, tem-se o Quadro 1.4.

No que diz respeito à abordagem global ou sistêmica (sintética, para Dauphiné, 2005), não são poucos os autores que descrevem as dificuldades para operacionalizar abordagens conjuntivas, holísticas e inter, multi e pluridisciplinares da vulnerabilidade. A impossibilidade de se estabelecer uma vulnerabilidade total obriga os pesquisadores dessa ciência à busca de formas relativas de mensuração.

O trabalho de Chardon (1994) sobre a vulnerabilidade da cidade de Manizales (Colômbia) diante de um conjunto de riscos naturais (inundações, sismos, escorregamentos de terra) é um exemplo da procura de operacionalização metodológica mais global e sistêmica, mesmo apresentando, a princípio, estudos setoriais: o uso de indicadores classificados em duas categorias principais – vulnerabilidade física e socioeconômica – tratou da elaboração de uma hierarquização espacial da vulnerabilidade e sua respectiva cartografia.

Dauphiné (2005) propõe quatro formas de unificar a mensuração da vulnerabilidade: transformar todas as vulnerabilidades numa mesma unidade: e. g.,

32. Assim como em Dauphiné (2005).

perdas financeiras; estabelecer uma contabilidade energética da vulnerabilidade: e. g., em calorias; em termos de tempo de retorno: e. g. para o caso das inundações; e o uso de técnicas multicriteriais, mediante combinação de informações variadas para a produção de um índice de avaliação única: e. g., análise custo-benefício.

Quadro 1.4 – Tipos de vulnerabilidade aplicados aos estudos dos fenômenos naturais

Tipo de vulnerabilidade	Características
Vulnerabilidade física (ou estrutural, ou corporal)	Concentram-se na análise das construções, das redes de infraestrutura e do potencial de perdas humanas.
Vulnerabilidade humana ou social	Avalia os retornos da experiência sobre as capacidades de resposta, adaptações, comportamentos e suas consequências socioeconômicas e territoriais. Acrescenta-se ainda a percepção das ameaças ou da memória do risco, o conhecimento dos meios de proteção, os tipos de comportamentos potenciais.
Vulnerabilidade institucional	Trata da capacidade de resposta das instituições diante da crise; funciona como fator indireto da vulnerabilidade social.
Vulnerabilidade ambiental e patrimonial	Analisa os danos sobre os componentes ambientais – vegetação, solos, recursos hídricos, fauna, e aspectos culturais provocados por fenômenos naturais.
Vulnerabilidade funcional e econômica	Avalia as disfunções no que tange às atividades econômicas, rupturas nas redes de comunicação e transporte, entre outros.

Fonte: Elaborado com apoio em Leone & Vinet (2006).

Para o estabelecimento de uma vulnerabilidade sintética (global, sistêmica), porém, uma das propostas de D’Ercole (1994) e Dauphiné (2005) é uma tendência ao uso da análise de sistema, sobretudo no que tange aos sistemas territoriais urbanos (Leone & Vinet, 2006).

A esse respeito, D’Ercole (1994) adverte para a dificuldade de apreender a vulnerabilidade contida na pluralidade de variáveis que a compõem no âmbito dos espaços urbanos, notadamente aqueles nos países em desenvolvimento.

A l’approche classique de la vulnérabilité qui mesure un endommagement potentiel des biens et des personnes et ses répercussions sur l’environnement économique, semble s’opposer celle qui considère la vulnérabilité des sociétés à travers leur capacité de réponse à des crises potentielles. Cette capacité est elle-même liée à un ensemble de facteurs structurels et contingents qui peuvent être analysés séparément, mais dont les interrelations s’avèrent complexes. C’est pourquoi, toute analyse de vulnérabilité, surtout lorsqu’il s’agit du monde urbain

qui tend à multiplier et diversifier les facteurs de vulnérabilité, peut difficilement s'affranchir d'une démarche systémique. (D'Ercole, 1994, p.94)³³

A síntese das diversas abordagens da vulnerabilidade avaliadas por D'Ercole (1994) pode ser verificada na Figura 1.1.

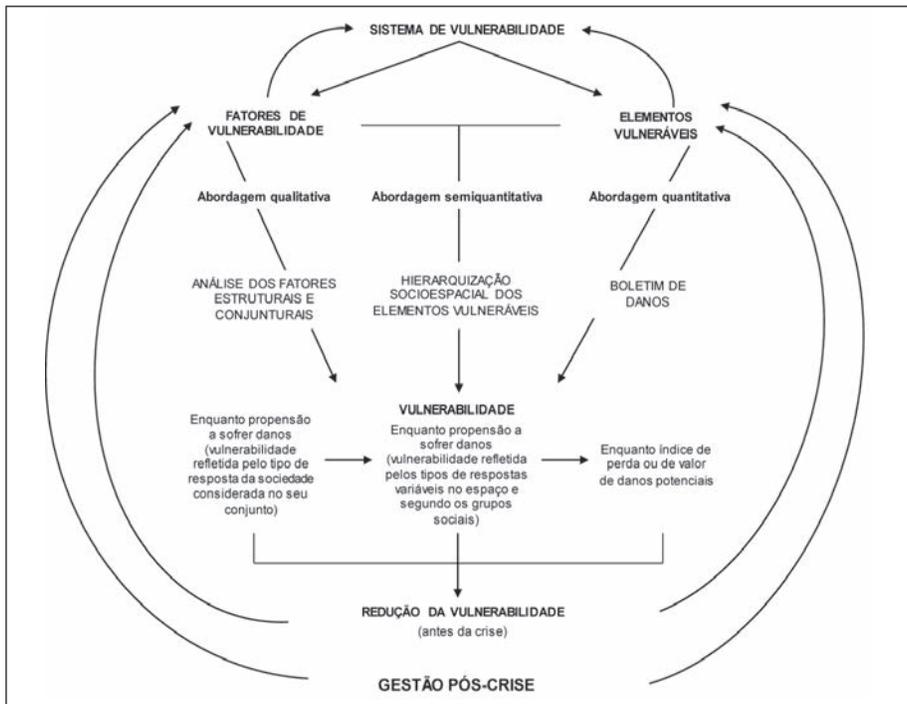


Figura 1.1 – Síntese das diferentes abordagens da vulnerabilidade e relações. *Fonte:* Modificado de D'Ercole (1994), por Almeida (2009).

Há exemplos de trabalhos que evocam o uso da análise de sistemas na avaliação da vulnerabilidade nos espaços urbanos. Leone & Vinet (2006) citam os trabalhos do Instituto de Pesquisa para o Desenvolvimento (Institut de Re-

33. “A abordagem clássica da vulnerabilidade para medir o dano potencial de pessoas e bens e do seu impacto sobre o ambiente econômico parece opor-se à que considera a vulnerabilidade das sociedades por meio de sua capacidade de responder a eventuais crises. Esta capacidade é a mesma ligada a um conjunto de estruturas e quotas que podem ser analisadas separadamente, mas cujas inter-relações são complexas. Portanto, qualquer análise de vulnerabilidade, especialmente quando se trata do mundo urbano que tende a aumentar e diversificar as vulnerabilidades, dificilmente pode se livrar de uma abordagem sistêmica” (tradução nossa).

cherche pour le Développement – IRD), no aglomerado metropolitano de Quito (Equador), no quadro de elaboração de um sistema de informação e riscos (principalmente vulcânicos); a vulnerabilidade dos sistemas urbanos diante dos riscos naturais, tecnológicos e sociais foi objeto de outros estudos sistêmicos, como é o caso do trabalho de Chardon (1994) anteriormente citado.

Leone & Vinet (2006) também abordam outros desafios ligados à operacionalização do conceito de vulnerabilidade, no que diz respeito à escolha dos territórios estudados e seus contextos socioeconômicos (e. g., países em desenvolvimento), às escalas espaciais de análise (e. g., escala local – urbana, bacia do risco; escala regional – vulcão, bacia hidrográfica, região), às ferramentas de avaliação utilizados (e. g., SIG, questionários, cartografia), e às disciplinas e profissionais mobilizados (e. g., arquitetos, geólogos, engenheiros, sismólogos, vulcanólogos, geomorfólogos e, principalmente, os geógrafos).

Quanto aos geógrafos, os autores destacam a importância desses profissionais pela sua formação pluridisciplinar e pela visão de interface sobre os fenômenos perigosos e os recursos vulneráveis, administrando abordagens espaciais e ferramentas cartográficas, o que fez com que se percebesse uma tendência ao desenvolvimento de uma nova subdisciplina: a Geografia dos Riscos Naturais.

Um dos desafios mais importantes na operacionalização da vulnerabilidade, no entanto, diz respeito a sua mensuração. Após as grandes catástrofes naturais recentes – o *tsunami* no oceano Índico em 2004, e o furacão Katrina em 2005 – houve uma forte exposição das vulnerabilidades das diversas sociedades ao impacto dos perigos naturais.

A partir de então, o desenvolvimento de metodologias de medição da vulnerabilidade se tornaram pré-requisito para a promoção da redução dos riscos e a preparação contra os desastres. Durante a Conferência Mundial para a Redução de Desastres (World Conference on Disaster Reduction – WCDR), ocorrida em Kobe, no Japão, em 2005, identificou-se o fato de que o desenvolvimento de indicadores para a medida da vulnerabilidade e do risco, bem como a sua redução, se tornaram fortes desafios para o futuro³⁴ (Bogardi, 2006).

34. “One of the most important goals of developing tools for measuring vulnerability is to help bridge the gaps between the theoretical concepts of vulnerability and day-to-day decision making. Therefore, it is important to view vulnerability as a process” [Um dos objetivos mais importantes do desenvolvimento de ferramentas para medir a vulnerabilidade é ajudar a preencher as lacunas entre os conceitos teóricos de vulnerabilidade e o dia a dia da tomada de decisão. Portanto, é importante visualizar a vulnerabilidade como um processo] (Birkmann, 2007, p.30).

In this context the term “measuring vulnerability” does not solely encompass quantitative approaches. It also seeks to discuss and develop all types of methods able to translate the abstract concept of vulnerability into practical tools, classifications and comparative judgments to be applied in the field. (Bogardi, 2006, p.5)³⁵

Já de acordo com Birkmann (2007), em contraste com o relevante desenvolvimento de mecanismos de resposta aos desastres no âmbito da comunidade internacional, ainda não foi suficientemente desenvolvida uma metodologia comum para identificar e mensurar os riscos e as vulnerabilidades aos desastres para a definição de formas da gestão dos riscos/desastres e de prioridades nessa gestão.

Nesse sentido, para reforçar o processo de mensuração dos riscos/vulnerabilidades, é preciso realçar o conhecimento sobre:

- os mais vulneráveis;
- os espaços expostos a risco; e
- os fatores que influenciam e produzem vulnerabilidade/risco (Birkmann, 2007).

No trabalho de Birkmann (2007), o objetivo principal foi realizar uma revisão de quatro pesquisas que tiveram entre seus objetivos a medição de riscos e vulnerabilidades, mediante utilização de indicadores, aplicados em diversas escalas espaciais. Dessa forma, todas as abordagens analisadas consideraram que o risco de desastre é produto de *exposição aos perigos, frequência e magnitude do perigo, e vulnerabilidade*.

Num relatório semelhante à pesquisa anterior, Birkmann & Wisner (2006) enfatizaram que os estudos de caso analisados revelaram que a medição ou mensuração da vulnerabilidade requer diferentes abordagens, dependendo da ameaça em questão (perigo) e do contexto socioeconômico e cultural do espaço analisado.

O trabalho de Birkmann & Wisner (2006) resultou dos debates ocorridos na WCDR, reunião promovida pelo Grupo Trabalho de Especialistas sobre Medição da Vulnerabilidade, da Universidade das Nações Unidas (Expert Working Group on Measuring Vulnerability da United Nations University – UNU-EWG), e, de acordo com a síntese realizada após a apresentação dos diversos

35. “Neste contexto, a expressão ‘medição da vulnerabilidade’ não abrange unicamente métodos quantitativos. Ele também pretende discutir e desenvolver todos os tipos de métodos capazes de traduzir o conceito abstrato de vulnerabilidade em ferramentas práticas, classificações e julgamentos comparativos a serem aplicadas no campo” (tradução nossa).

métodos aplicados a estudos de caso, há grandes áreas temáticas emergentes ligadas à mensuração da vulnerabilidade, tais como temáticas sociais, econômicas, ambientais e institucionais.

Dentre as pesquisas analisadas, os autores destacaram o trabalho de Birkmann & Wisner (2006) sobre a produção de um modelo dito de aplicação “rápida” e multidimensional de análise da vulnerabilidade do Sri Lanka à ocorrência de *tsunamis* no oceano Índico. A pesquisa baseou-se no modelo conceitual BBC³⁶ e utilizou quatro metodologias para identificar e medir vulnerabilidades, capacidades de resposta e ferramentas apropriadas de intervenção, quais sejam:

- análise do ambiente construído, através de sensoriamento remoto, para estimar a vulnerabilidade em diferentes áreas urbanas;
- trabalhos de campo para avaliação da exposição e da susceptibilidade dos serviços básicos de infraestrutura e suas instalações (escolas, hospitais, etc.);
- entrevistas com uso de questionários para estimar a vulnerabilidade dos diferentes grupos sociais; e
- análise da vulnerabilidade dos grupos sociais e comunidades locais com o uso de indicadores avaliados pelos censos demográficos (Birkmann & Wisner, 2006).

Outra investigação destacada pelo relatório da WCDR foi realizada por Oliver-Smith & Burton (2005), a respeito das consequências do desastre causado pelo furacão Katrina e as vulnerabilidades da cidade de Nova Orleans. A pesquisa utilizou o modelo PAR,³⁷ de Blaikie et al. (1994), no qual o desastre é entendido como o produto da vulnerabilidade.

Os autores enfatizaram a forte correlação espacial entre as áreas fortemente expostas ao risco de inundação pelo aumento do nível do oceano e os espaços da cidade onde se concentram os bairros de população considerada em estado de pobreza. Uma importante constatação da investigação foi a incapacidade do poder público e das organizações sociais ao lidar com as demandas de proteção social, e o notável contingente populacional sem acesso a transporte e impossibilitado de evacuar as áreas expostas – cerca de 120 mil pessoas (Oliver-Smith & Burton, 2005).

36. BBC significa Bogardi, Birkmann & Cardona, que são os autores/criadores do dito modelo (Birkmann & Wisner, 2006).

37. Modelo PAR (Pressure and Release Model), de Blaikie et al., 1994.

2

PERIGOS AMBIENTAIS NAS CIDADES – ESTUDO DE CASO

2.1 Perigos de inundações urbanas

As mudanças ambientais no âmbito das cidades, resultado da interação de atividades humanas e dinâmica natural, constantemente produzem o avultamento da ocorrência de desastres naturais e/ou tecnológicos, que, por sua vez, contribuem no aumento das consequências humanas e materiais.

O princípio da incerteza é algo inerente à cidade (Chaline & Dubois-Maury, 1994). Para esses autores, a cidade redescobre, após um período de intensa e despreocupada urbanização, a recorrência desse princípio engendrado pela multiplicidade de pequenos acidentes do cotidiano urbano, mas cujos efeitos são, na sua maioria, absorvidos pelos organismos reguladores, institucionais ou informais. Por outro lado, a incerteza também é engendrada por grandes desastres, de ocorrência excepcional, mas produtores de desorganizações perpétuas e de consequências mais ou menos irreversíveis.

As cidades, e em particular as grandes aglomerações, aparecem dessa forma como espaços de risco por excelência, onde as diversas ameaças são potencialmente produtoras de danos e prejuízos consideráveis, sobretudo aquelas de origem natural.

Por outro lado, sabe-se que a natureza possui mecanismos de funcionamento interdependentes frequentemente modificados pelo homem (principalmente na cidade). A esse respeito, inclui-se na base do funcionamento da paisagem a dinâmica da bacia hidrográfica e, de modo específico, a dinâmica fluvial.

A bacia hidrográfica é unidade espacial estudada pela Geografia (especialmente pela Geografia Física) desde meados da década de 1960, por constituir a 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 conseqüentes 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 conseqüências e grandes parcelas de vítimas e prejuízos, mormente 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 pelas inundações 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 socioeconômico) da sociedade urbano-industrial.

Com frequência, o homem ensaia adaptar as condições naturais do sítio urbano aos interesses de uso e ocupação do solo, regido em particular 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 reportadas aos trabalhos de G. F. White, com a sua “natural hazard research school”, mencionados no capítulo anterior. 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.

G. F. White est en effet considéré aujourd’hui comme le fondateur de l’école de géographie de Chicago qui a pris comme objet les risques naturels, d’où son nom de “natural hazard research school”. La carrière universitaire de G. F.

White débute dans les années 1930 à l'Université de Chicago sous la houlette de H. H. Barrows dont il reprend les analyses et les concepts. Son implication au service de l'administration Roosevelt dans les grands programmes fédéraux d'aménagement des plaines inondables débouche en 1942 sur une thèse. Cette expérience lui donne non seulement un thème de recherche, mais elle lui permet aussi de se confronter à la pratique des ingénieurs et au paradigme techniciste. (Reghezza, 2006, p.56)¹

Na França, outro país de intensa influência na Geografia brasileira e, sobretudo nos estudos de perigos naturais, os problemas ligados às inundações recebem grande atenção, tanto por parte do poder público quanto da academia. Quanto a esta última, os estudos sobre grandes inundações nos rios franceses têm como evento de referência, no que diz respeito à gestão de risco de inundação, a grande cheia do rio Sena em 1910 (Figura 2.1). Tal evento, considerado como inundação centenal (período de retorno de 100 anos) comprometeu a cidade de Paris, causou inúmeros prejuízos e transformou as ruas da cidade em canais venezianos (Ambroise-Rendu, 1997).



Figura 2.1 – Detalhe da marcação do nível d'água na inundação de 1910 (28 de janeiro de 1910) próximo ao Museu d'Orsay em Paris. *Fonte:* Foto do autor, dezembro, 2008.

1. “G. F. White é de fato hoje considerado o fundador da Escola de Geografia de Chicago, que tem tomado como objeto de estudos os desastres naturais, daí o nome ‘escola de investigação de desastres naturais’. A carreira acadêmica de G. F. White começou na década de 1930, da Universidade de Chicago, sob a direção de H. H. Barrows, onde repete análises e conceitos. Seu envolvimento com o serviço da administração Roosevelt em grandes programas de gestão de planícies inundáveis resulta, em 1942, em uma tese. Essa experiência lhe dá não só um tema de pesquisa, mas também permite a ele confrontar a prática dos engenheiros e o paradigma tecnocrático” (tradução nossa).

A esse respeito, destaca-se a tese de doutoramento de Magali Reghezza (2006), que tratou da vulnerabilidade da metrópole parisiense ao risco de inundação de período de retorno de 100 anos, como a de 1910, da criação de cenários catastróficos examinados com arrimo nos diversos agentes sociais envolvidos (poder público, população, etc.), da análise do potencial de dano e da capacidade da sociedade em lidar com o referido fenômeno, bem como das dificuldades da gestão de risco no âmbito metropolitano. Além disso, a pesquisa procurou ressaltar a dimensão espacial da vulnerabilidade e os conceitos de “espaço geográfico” e de “território” como chaves para a compreensão do risco.²

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 o suporte dessa perspectiva, pois isso restringiria o conhecimento ao natural ou tecnológico, quando na verdade o conceito de desastre é em si uma categoria social (Herzer & Virgilio, 1996). Nessa perspectiva, é interessante questionar as variáveis sociais que incidem e se conjugam com as variáveis naturais para a ocorrência de um desastre.

Para Herzer & Virgilio (1996),

Los desastres, en tanto procesos sociales, ponen de manifiesto la relación extrema entre fenómenos físicos y la estructura y organización de la sociedad, de tal manera que se constituyen en procesos y momentos fatídicos que superan la capacidad material de la población para absorber, amortiguar o evitar los efectos negativos del acontecimiento físico. [...] Es decir, no existen conceptos absolutos que describan una realidad física y que sean independientes de la acción del hombre. *Todos los desastres son resultado de acciones humanas, de procesos sociales, políticos, históricos, territorialmente acotados y conformados.* Un desastre se refiere a algún resultado de acciones humanas; no se trata de un acontecimiento físico sino de un proceso social, económico y político desencadenado por un fenómeno natural. Llamarlo “natural” es inapropiado, porque presupone

2. Destaca-se também a tese de Stéphanie Beucher, um estudo comparativo sobre o risco de inundação e dinâmicas territoriais de espaços de renovação urbana, entre a região de montante do rio Sena, em Paris, e o leste de Londres (Beucher, 2008).

que puede existir con prescindencia de la sociedad y de las acciones y decisiones de los hombres. (Herzer & Virgilio, 1996, p.68, grifo nosso)³

Nesse contexto, uma inundação⁴ 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, inclusive o Brasil e demais países da América Latina (Herzer & 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 (Figuras 2.2 e 2.3).



Figura 2.2 – Tipos de leitos fluviais. Fonte: Christofoletti, 1981.

3. “Desastres, enquanto processos sociais, mostram a relação entre fenômenos físicos extremos e a estrutura e organização da sociedade, de modo que eles se constituem em processos e momentos fatídicos que excedem a capacidade física da população para absorver, amortizar ou evitar os efeitos negativos do acontecimento físico. [...] Isto é, não há conceitos absolutos para descrever uma realidade física e que sejam independentes da ação humana. *Todos os desastres são resultado de ações humanas, de processos sociais, políticos, históricos e territorialmente delimitados e moldados.* Um desastre refere-se a um resultado de ações humanas; não é um evento físico, mas um processo social, econômico e político provocado por um fenômeno natural. Chamá-lo de ‘natural’ é inadequado, porque pressupõe que pode existir independentemente da sociedade e das ações e decisões dos homens” (tradução nossa).
4. Em Lemartinel (2000), a palavra “inundação” é empregada no sentido utilizado por Voltaire, como o indicativo do Dilúvio bíblico.

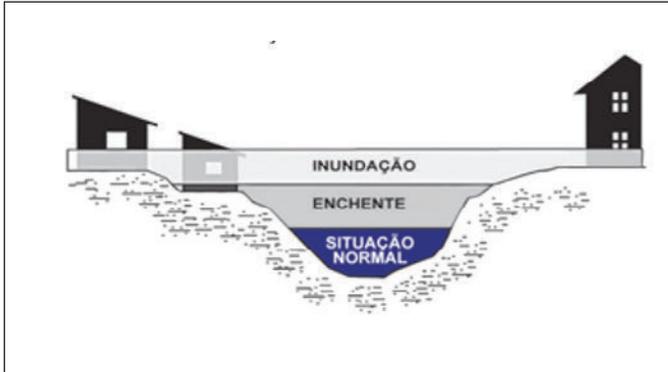


Figura 2.3 – Perfil esquemático dos processos de enchente e inundação. *Fonte:* Brasil, 2007b.

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.

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, favorecem a agricultura, para outros, as inundações destroem vidas humanas, tanto por afogamento quanto por doenças de veiculação hídrica e pela fome.

2.2 Estudo de caso – Urbanização e metropolização de Fortaleza

O crescimento do espaço urbano de Fortaleza, fruto de sua centralidade econômica, é justificado, de maneira geral, pelas condições regionais da estrutura fundiária no sertão cearense, pelas condições geoambientais do semiárido nordestino (notadamente aspectos climáticos), pelas mudanças econômicas (gado-algodão), pela evolução da infraestrutura de transportes (ferrovias e rodovias), bem como pelas influências econômicas e geopolíticas externas em meados do século XIX e início do século XX.

Até o fim do século XVIII, a cidade de Fortaleza (vila fundada em 1726 e cidade em 1826) não apresentava relevância econômica na rede urbana cearense, possuindo função exclusivamente administrativa e defensiva da recém-criada

Capitania do Ceará (1799), que, até então, tinha como principal atividade econômica a pecuária extensiva.

Fortaleza apresentava condições físico-naturais precaríssimas no que diz respeito ao suporte à ocupação e ao aproveitamento econômico do seu entorno. Primeiro, não possuía uma baía profunda, como a de Salvador, nem uma foz de um grande rio, como no Recife, por onde as embarcações de pequeno e médio portes pudessem se abrigar com o mínimo de segurança.

Segundo, seu porto deveria ser construído em mar aberto e numa área da costa frequentemente atingida pela corrente das Guianas e onde os ventos constantes da direção nordeste promovem o assoreamento das embocaduras dos rios e a movimentação ininterrupta das dunas dificulta ainda mais aquele intento (Silva, 2004).

Além das condições adversas do litoral, Fortaleza se localizava numa região de clima semiárido, onde as condições ambientais não favoreciam a produção de produtos de exportação, caso do açúcar de cana, o que a forçou a se dedicar à pecuária e ao fornecimento de carne e animais de trabalho à região açucareira de Pernambuco.

As primeiras tentativas de colonização foram frustradas. Pero Coelho de Souza (1603), com a fundação do Fortim de São Tiago, não logrou êxito por conta das condições climáticas adversas. Em 1612, Martim Soares Moreno fundou o Forte de São Sebastião (Figura 2.4) e permaneceu até a invasão holandesa em 1631.

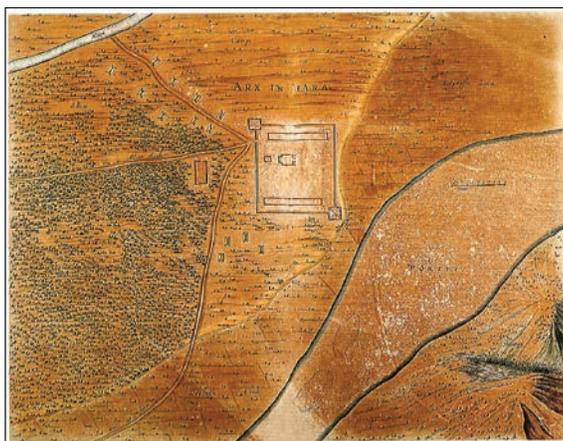


Figura 2.4 – Forte de São Sebastião, na barra do rio Ceará. *Arx in Siara*. Do livro de Barlaeus (1647). Biblioteca Nacional, Rio de Janeiro, ca. 1640. Fonte: Retirado de Reis, 2000.



Figura 2.5 – Planta do Forte Schoonenborch. *Fonte:* Retirado de Fortaleza, 1981.

Em 1649, o holandês Matias Beck construiu, na foz do riacho Pajeú, o Forte Schoonenborch. Historiadores justificam a escolha de Matias Beck por esse local em virtude da proximidade do monte de Itarema (na serra de Maranguape), local onde os holandeses esperavam encontrar prata (Sousa, 1978). Nesse momento, Matias Beck produziu uma planta que objetivava a exploração do monte de Itarema e registrou todo o trajeto, incluindo acidentes geográficos encontrados (Figura 2.5).

O historiador Raimundo Girão explica a correlação entre a construção do Forte Schoonenborch e a fundação de Fortaleza:

[...] concentração demográfica oriunda do arraial que aos poucos se justapôs ao Forte de Schoonenborch, Fortaleza é bem o tipo de uma Cidade espontânea, de desenvolvimento ligado muito mais aos fatores mesológicos do que humanos, crescendo ao tirante dos mais acentuados daqueles fatores – o ribeiro Pajeú com sua “água doce”, o seu pequeno vale fresco, as suas barrancas e as suas sinuosidades.⁵

5. Girão, 1959, p.106.

Assim, o riacho Pajeú foi um dos fatores determinantes da localização e da expansão da cidade, por motivos semelhantes às das mais diversas cidades que se localizam ao longo de um curso d'água: fonte de água, e, no caso específico do Pajeú, suas águas também foram usadas para abastecer as embarcações que aportavam Fortaleza.

Ainda sem relevância econômica e mantendo suas funções administrativas, Fortaleza é elevada à categoria de vila somente em 1726, sob a denominação de Vila de Nossa Senhora da Assunção. O capitão-mor Manuel Francês foi encarregado da elaboração de uma carta da vila recém-criada (Figura 2.6), em que estão representados os incipientes prédios e o riacho Pajeú. Pode-se deprender na referida carta, que se encontra no Arquivo Histórico Ultramarino de Lisboa, a simplicidade e o parco desenvolvimento de Fortaleza até então.



Figura 2.6 – *A primeira planta de Fortaleza.* “Villa nova da Fortaleza de Nossa Senhora da Assumpção da Capitania do Ciará Grande que S. Magde. que Deos guarde foy cervido mandar criar em 1726”. Note-se a Casa dos Padres, a fortaleza, e o riacho Pajeú. *Fonte:* Retirado de Reis, 2000.

Em 1799, é desmembrada de Pernambuco a Capitania do Ceará. Nesse momento, alguns visitantes constataam a “pobreza” da capital cearense. No mesmo ano, ao chegar a Fortaleza, o primeiro governador da província, Bernardo Manuel Vasconcelos, assim a descreve: “um montão de areia profundo apresentando

do lado pequenas casas térreas, entrando nesta classe a muito velha e arruinada casa dos governadores” (Costa, 2005, p.54).

O papel menos relevante de Fortaleza no século XVIII, bem como as principais cidades da rede urbana cearense à época e suas funções, podem ser visualizados no Quadro 2.1.

Quadro 2.1 – Tentativa de identificação da rede urbana cearense no final do século XVIII

Vila ou povoado	Nível	Função básica
<i>Aracati</i>	1 ^a	Comercial/Administrativa/Serviços
<i>Icó</i>	1 ^a	Comercial/Administrativa/Serviços
<i>Sobral</i>	1 ^a	Comercial/Administrativa/Serviços
<i>Crato</i>	1 ^a	Agrícola/Administrativa/Industrial
<i>Camocim</i>	2 ^a	Comercial/Industrial
<i>Acaraú</i>	2 ^a	Comercial/Industrial
<i>Quixeramobim</i>	2 ^a	Comercial/Serviços Básicos
<i>Fortaleza</i>	3 ^a	Administrativa
<i>Aquiraz</i>	3 ^a	Administrativa
<i>Granja</i>	3 ^a	Industrial

Fonte: Sudene/Sudec – *Estruturação do espaço urbano e regional do Ceará: uma abordagem histórica*, 1974 (mimeo).

Com forte carência de infraestrutura (poucos prédios, poucos arruamentos, porto ruim e exposto, entre outros), uma vila que cresce lentamente à margem esquerda do Pajeú e acompanhando seus meandros e o utilizando como principal fonte de água.

É neste cenário que se inicia a preocupação do poder público em organizar e direcionar o crescimento de Fortaleza. Urgia construir edificações públicas e elaborar normas para a expansão da vila. Com esse objetivo, o governador da província do Ceará, de 1812 a 1820, coronel Manuel Inácio de Sampaio, convidou para seu ajudante-de-ordem o português tenente-coronel engenheiro Antônio José da Silva Paulet. (Costa, 2005, p.54-5)

Silva Paulet, entre várias construções e melhoramentos efetuados em Fortaleza (mercado, reconstrução do forte, entre outros), elaborou a planta da vila em



Figura 2.8 – Planta da cidade de Fortaleza, elaborada por Manoel do Rêgo Medeiros, 1856. Fonte: Retirado de Castro, 2005.

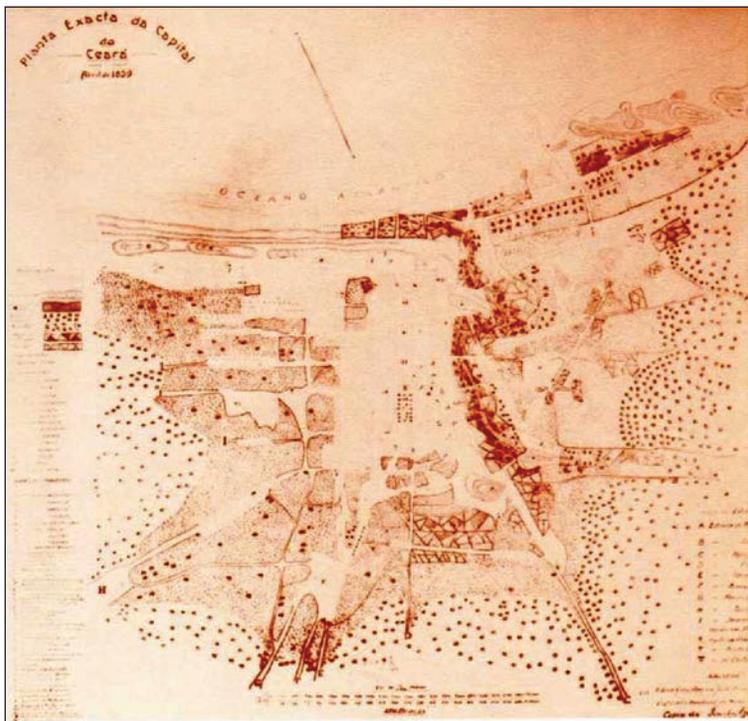


Figura 2.9 – Planta exacta da capital de Fortaleza, de 1859. Fonte: Retirado de Fortaleza, 1981.



Figura 2.10 – *Planta topográfica da cidade de Fortaleza e subúrbios*, de 1875. Fonte: Retirado de Fortaleza, 1981.

O desenvolvimento da cultura do algodão e, por consequência, a implantação do sistema ferroviário, também foram importantes fatores que marcaram a evolução urbana de Fortaleza a partir do século XIX. Com os conflitos internos nos Estados Unidos (Guerra de Secessão), a Província do Ceará se beneficiou economicamente com a valorização do algodão no mercado internacional, o que se refletiu, em meados do século XIX, no crescimento da importância econômica e estratégica de Fortaleza como ponto de escoamento da produção do algodão, substituindo, assim, a cidade de Aracati no comando das relações comerciais entre o Baixo Jaguaribe e o Sertão Central, e o mercado externo. A implantação de estradas de ferro, ligando cidades como Sobral, Quixadá, Crateús, Iguatu e Crato a Fortaleza, tornou-se o fator de integração da maior parte do sertão cearense à influência da capital.

Além de facilitar o escoamento da produção algodoeira e a integração regional, a evolução do sistema de transportes incrementou o fluxo migratório para

Fortaleza. As ferrovias construídas ao longo do século XIX e as rodovias, sobretudo a partir de 1950, facilitaram o contato entre as regiões, favorecendo o escoamento da produção agrícola e intensificando as migrações rurais-urbanas (Sousa, 1978; 1995).

Além desses fatores, o crescimento urbano e demográfico de Fortaleza está intimamente vinculado às secas periódicas ocorridas no interior do estado durante o século XX (1932, 1952, 1958 e 1970) e à estrutura fundiária baseada na grande propriedade ligada à pecuária extensiva, atividade que dispensa mão de obra. Esses dois fatores dificultam a fixação da população no sertão (Silva, 1982).

Foi a partir da década de 1960, no entanto, que o processo de urbanização de Fortaleza, e dos municípios próximos, se deu mais intensamente. A concentração dos investimentos na industrialização do estado quase exclusivamente na Região Metropolitana de Fortaleza – RMF foi um dos fatores que, possivelmente, influenciou o processo migratório campo-cidade, em razão das disparidades socioeconômicas entre o sertão desprovido de infraestrutura e a capital, vista como solução para os problemas de alimentação, trabalho e moradia dos habitantes do interior e litoral do Ceará (tabelas 2.1 e 2.2).⁶

O processo de metropolização das grandes capitais brasileiras foi uma das consequências da urbanização. Em 1973, foram institucionalizadas as regiões metropolitanas,⁷ com o intuito de prever “problemas de interesse comum entre os municípios ligados às metrópoles, principalmente os de infraestrutura econômica e social que ‘dificultavam’ o desenvolvimento urbano” (Menezes, 1996).

A industrialização polarizada nas principais capitais do Nordeste⁸ – Recife, Salvador e Fortaleza⁹ – e as mudanças na estrutura produtiva e no padrão fun-

6. De acordo com Silva (1992, p.31,) no período de 1940/1980, o saldo migratório para Fortaleza foi sempre superior a 60%, e que “a escolha da cidade pelo migrante está vinculada à proximidade de Fortaleza, mas também à ausência de garantia de emprego no Centro-Sul, principal foco de migração das últimas décadas”.

7. As regiões metropolitanas foram criadas de forma compulsória (Lei Federal Complementar nº 14/73), num momento de forte repressão política (ditadura militar). Foram criadas as regiões de São Paulo, Porto Alegre, Curitiba, Belo Horizonte, Salvador, Recife, Fortaleza e Belém, sendo que a RM do Rio só foi criada após a fusão dos estados da Guanabara e do Rio de Janeiro em 1975 (Silva, 2005).

8. Na região Nordeste, a criação da Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (Sudene) (1959), apoiada pelo Grupo de Trabalho para o Desenvolvimento do Nordeste (GTDN), a criação do Banco do Nordeste Brasileiro (BNB) (1952), os incentivos fiscais 34/18 e a criação do Fundo de Investimentos do Nordeste (Finor), foram os principais mecanismos de políticas desenvolvimentistas, concentrando-se de forma marcante na industrialização (Coelho, 1992).

9. Na Região Metropolitana de Fortaleza (RMF), esse processo intensificou-se baseado em grandes investimentos de recursos públicos, notadamente com apoio das políticas de incentivos fiscais e financeiros da Sudene e do BNB (caso do Programa III Polo Industrial do Nordeste), favorecendo

diário no campo, promoveram o aumento das disparidades intrarregionais e entre cidade-campo. Esse processo contribuiu para o inchaço das metrópoles regionais em virtude da intensificação das correntes migratórias. Tal fenômeno pode ser parcialmente notado quando se analisa a concentração da população nas três principais metrópoles da região Nordeste (Tabela 2.3).

Tabela 2.1 – População do Estado do Ceará e do Município de Fortaleza e crescimento intercensitário (1890-2000)

Ano	Estado do Ceará		Município de Fortaleza	
	População	Crescimento entre os recenseamentos (%)	População	Crescimento entre os recenseamentos (%)
1890	805.687	–	40.902	–
1900	849.127	5,4	48.369	18,2
1920	1.319.228	55,3	78.536	62,3
1940	2.091.032	58,5	180.185	129,4
1950	2.695.450	28,9	270.169	49,9
1960	3.337.856	23,8	514.813	90,5
1970	4.491.590	34,5	857.980	66,6
1980	5.380.432	19,7	1.308.919	52,5
1991	6.366.647	18,3	1.768.637	35,2
2000	7.417.402	16,5	2.141.402	21,0

Fonte : FIBGE.

a instalação de novos empreendimentos industriais, e dotando a região de uma infraestrutura econômica baseada na industrialização (Amora, 1999; Almeida & Rosen, 1993).

Tabela 2.2 – Crescimento demográfico de Fortaleza – incremento total

Período	Incremento total
1940-1950	89.984
1950-1960	244.649
1960-1970	355.915
1970-1980	450.939
1980-1991	459.718
1991-2000	377.765

Fonte: *Plandirf*, 1972; IBGE, *Censos Demográficos 1980, 1991 e 2000*.

Tabela 2.3 – Nordeste: maiores regiões metropolitanas segundo a população residente – 2000

Regiões metropolitanas	População residente
Recife	3.337.565
Salvador	3.021.572
Fortaleza	2.984.689

Fonte: *Sidra* – IBGE, 2000.

Assim, a RMF foi escolhida para sediar a base industrial do estado, transformando-se em grande polo atrativo às migrações advindas do restante do Ceará, contribuindo para a expansão urbana desordenada e para a proliferação de problemas ambientais, ligados ao forte déficit habitacional e à ocupação de áreas susceptíveis a perigos ambientais, à falta de saneamento e à crescente demanda de recursos naturais.

Além disso, causou um forte desequilíbrio regional quanto à distribuição da população e da riqueza no estado. Tal fato pode ser notado quando se compara a população das cidades mais populosas do Ceará (Tabela 2.4).

Tabela 2.4 – Cidades mais populosas do Ceará – 2000

Cidades	População total do município	População urbana
1. Fortaleza	2.141.402	2.141.402
2. Caucaia	250.479	108.217
3. Juazeiro do Norte	212.133	201.010
4. Maracanaú	179.732	144.497
5. Sobral	155.276	119.433
6. Crato	104.646	77.414
7. Itapipoca	94.369	41.389
8. Maranguape	88.135	43.840
9. Iguatu	85.615	55.960
10. Crateús	70.898	40.740
11. Quixadá	69.654	40.775
12. Canindé	69.601	36.839
13. Tianguá	58.069	34.474
14. Camocim	55.448	39.556
15. Pacajus	44.070	32.905

Fonte: IBGE, *Censo Demográfico*, 2000.

Depreende-se da Tabela 2.4 o processo de “macrocefalia” urbana (centralização urbana), distribuída numa “cabeça” bem desenvolvida representada por Fortaleza (além dos Municípios de Caucaia, Maracanaú, Maranguape e Pacajus, que fazem parte da RMF), e um “corpo raquítico” representado pelas demais cidades da rede urbana cearense.

Em pouco mais de quarenta anos (1960-2000), a população de Fortaleza quadruplicou (tabelas 2.1 e 2.2): de 514.813 habitantes para 2.141.402 habitantes, o que corresponde a 28,8% da população de todo o estado. Quanto à RMF, em 2000, sua população atingiu a marca de 2.984.689 habitantes, o que equivale a 40,2% do total populacional do Ceará.

Com isso, tanto Fortaleza quanto os principais municípios da RMF ganharam um incremento populacional que suas infraestruturas não estavam preparadas

para suportar. Com a tendência à estabilização do crescimento populacional de Fortaleza entre as décadas de 1980 e 1990, houve uma transferência do crescimento populacional para outros municípios da região. É o caso dos municípios de Caucaia e Maracanaú, esta, importante cidade da RMF que detém o maior distrito industrial do estado e, por isso, em vinte anos, passou por intensa expansão urbana e por diversificados tipos de problemas ambientais urbanos, analisados por Almeida (2005).

Com o crescimento urbano e o aumento considerável da população, a malha urbana de Fortaleza se expandiu, transpondo seus limites, transferindo para outros municípios¹⁰ da RMF a proliferação de favelas, conjuntos habitacionais, loteamentos clandestinos e espaços de risco, constituindo-se em marcas de territórios segregados em expansão, transformando áreas rurais em espaços suburbanizados (Silva, 2005).

As primeiras favelas de Fortaleza surgiram na década de 1930 e se concentravam principalmente no centro da cidade. A população desses assentamentos era formada por migrantes do restante do estado que fugiam das condições aviltantes do sertão e buscavam na capital melhores condições de trabalho e moradia.

Em 1950, eram 11 favelas em Fortaleza, produto da expansão urbana inicial da cidade. Já em 1970, de acordo com a Superintendência de Desenvolvimento do Estado do Ceará (Sudec), havia 73 favelas, totalizando 37.078 domicílios e população estimada em 223 mil pessoas. Trinta anos depois (em 1991), a população favelada de Fortaleza, de acordo com o Programa de Assistência às Favelas (Proafa), era de 544.730 pessoas, representando 313 favelas e 31% da população total da cidade (Sousa, 2006). Em 2007, de acordo com a Federação de Bairros e Favelas de Fortaleza (FBFF), o número de favelas na cidade era de 622, totalizando em torno de 800 mil pessoas (cerca de um terço da população da cidade).

Com efeito, a população migrante que se dirige à RMF caracteriza-se pela baixa qualificação profissional e pela dificuldade em se adaptar à vida urbana, além de marcar uma conjuntura de desemprego e de formas precárias de ocupação do espaço, abrigando enormes grupos vulneráveis aos problemas sociais e ambientais.

Vislumbra-se, então, o déficit habitacional¹¹ como um dos principais problemas da RMF. Assim, a pressão exercida pela procura de moradia no âmbito

10. A RMF é composta de 13 municípios: Aquiraz, Caucaia, Chorozinho, Eusébio, Guaiúba, Horizonte, Itaitinga, Maracanaú, Maranguape, Pacajus, Pacatuba, S. Gonçalo do Amarante e Fortaleza.

11. Na RMF, o déficit habitacional é de 163.933 unidades, ou seja, 22,7% do total de domicílios. Por outro lado, o número de domicílios vagos na RMF aproxima-se de 98.089 imóveis, representando 59,8% do déficit habitacional da região (Fundação João Pinheiro, 2002, p.13).

do espaço urbano tem consequências dramáticas em Fortaleza, bem como em parte dos municípios da RMF, notadamente Caucaia, Maracanaú e Maranguape. De acordo com Brasil (2008), havia nessa região metropolitana 724.024 pessoas vivendo em assentamentos precários em 2000, correspondendo a aproximadamente 26% da população da região (Tabela 2.5).

Tabela 2.5 – Estimativa de domicílios em assentamentos precários em áreas urbanas. RMF, 2000*

	Nome do município	Estimativa de domicílios em assentamentos precários	Total de domicílios em todos os tipos de setores	Domicílios em assentamentos precários (%)
RMF	Aquiraz	1.274	12.979	9,82
	Caucaia	11.197	53.771	20,82
	Chorozinho	177	2.352	7,53
	Eusébio	192	7.258	2,65
	Fortaleza	143.905	526.057	27,36
	Guaiuba	722	3.530	20,45
	Horizonte	0	6.767	0,00
	Itaitinga	1.575	6.130	25,69
	Maracanaú	3.958	42.149	9,39
	Maranguape	5.195	14.987	34,66
	Pacajus	436	8.204	5,31
	Pacatuba	1.131	10.998	10,28
	Total da RMF	169.762	695.182	24,42

(*) Inclui setores em área rural de extensão urbana.

Fonte: Elaboração CEM/Cebrap com base no Censo Demográfico IBGE, 2000.

A densidade demográfica e a distribuição de assentamentos precários da RMF podem ser vislumbradas nas figuras 2.11 a 2.15.

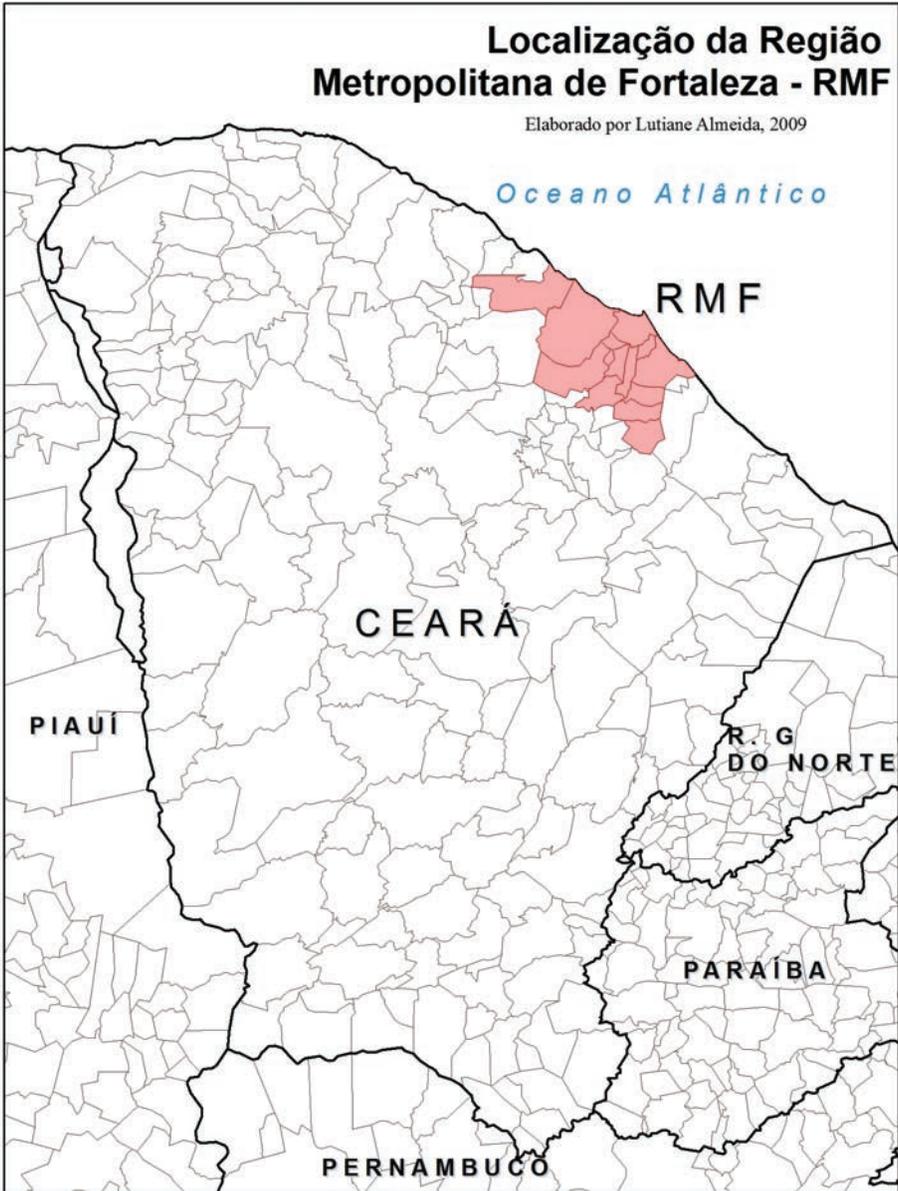


Figura 2.11 – Localização geográfica da Região Metropolitana de Fortaleza, Ceará. *Fonte:* Elaboração Lutiane Almeida, baseado em IBGE, 2000.

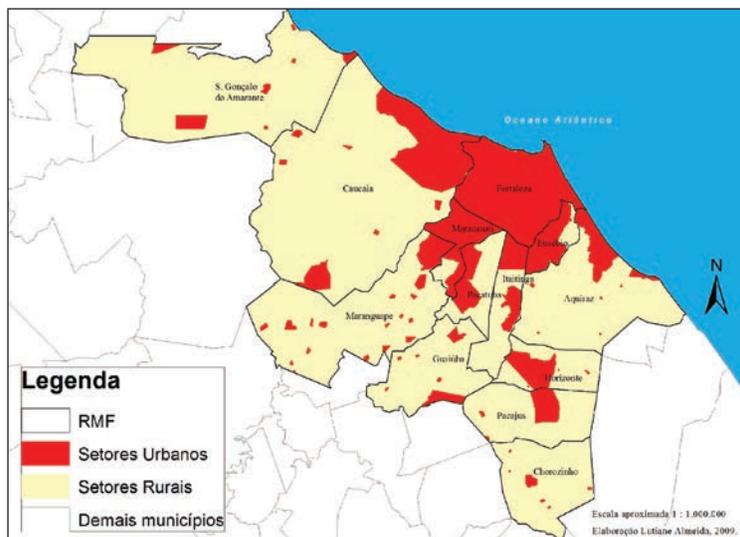


Figura 2.12 – Distribuição espacial dos setores censitários urbanos e rurais da RMF. *Fonte:* Elaboração Lutiane Almeida, baseado em CEM/Cebrap e Censo Demográfico IBGE, 2000.

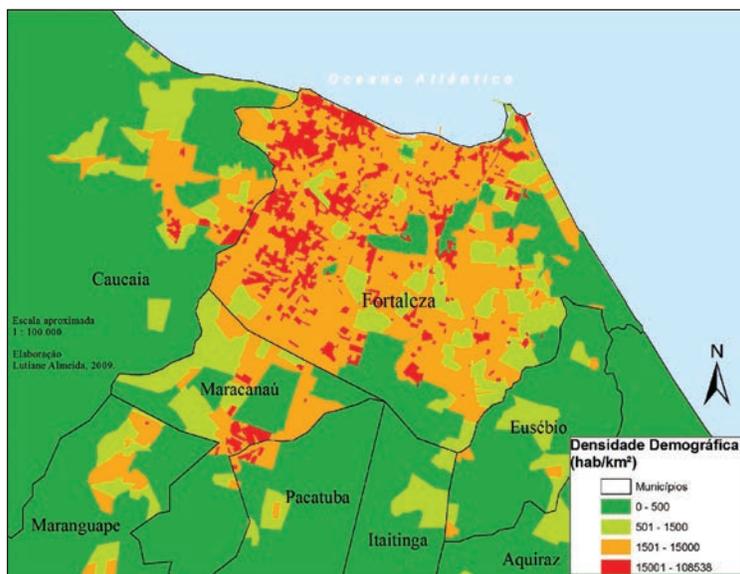


Figura 2.13 – Densidade demográfica dos setores censitários de Fortaleza e municípios contíguos. *Fonte:* Elaboração Lutiane Almeida, baseado em CEM/Cebrap e Censo Demográfico IBGE, 2000.

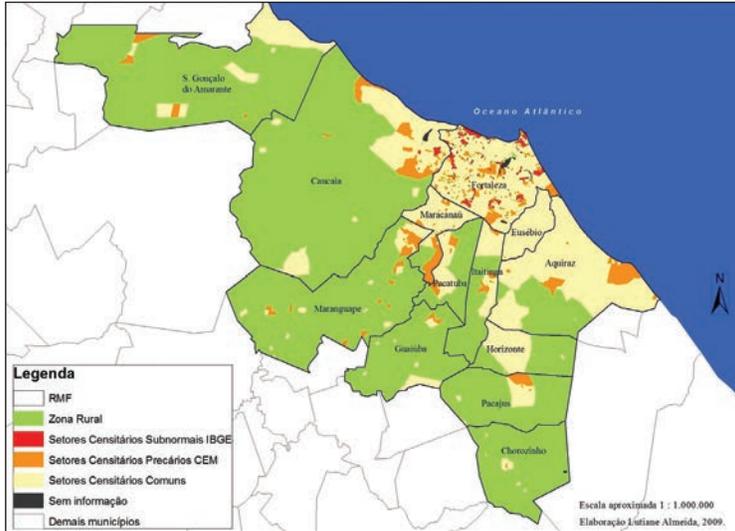


Figura 2.14 – Distribuição espacial dos setores censitários, segundo o tipo de assentamento. Região Metropolitana de Fortaleza. *Fonte:* Elaboração Lutiane Almeida, baseado em CEM/Cebrap e Censo Demográfico IBGE, 2000.

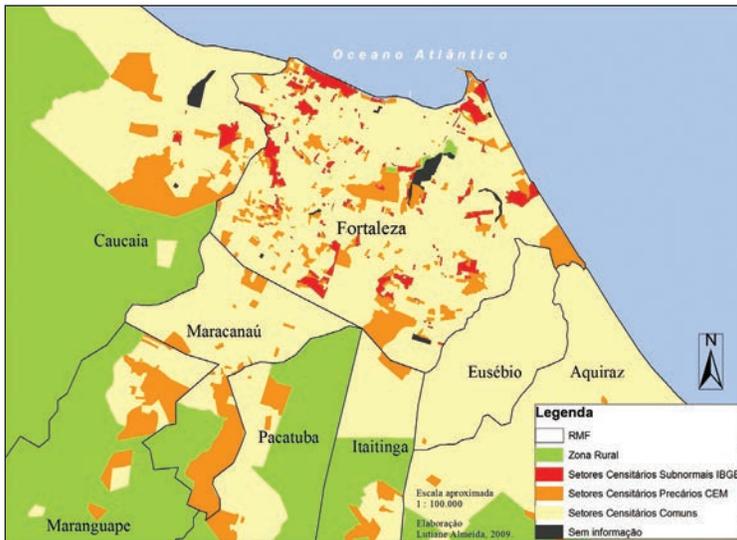


Figura 2.15 – Distribuição espacial dos setores censitários, segundo o tipo de assentamento. Município de Fortaleza. *Fonte:* Elaboração Lutiane Almeida, baseado em CEM/Cebrap e Censo Demográfico IBGE, 2000.

Não obstante a construção de enormes conjuntos habitacionais ao longo dos anos 1970 e 1980, primordialmente na porção oeste de Fortaleza e nos municípios de Caucaia e Maracanaú (o que já contribuiu para incrementar o crescimento populacional na região), parcela significativa da população migrante não foi incorporada ao sistema formal de habitação criado pelo Banco Nacional de Habitação (BNH), impulsionando a proliferação de loteamentos clandestinos (autoconstrução), ocupando terras inadequadas à expansão urbana, além de manifestarem precárias condições de infraestrutura.

Às classes sociais mais empobrecidas e incapazes da aquisição de uma parcela da cidade formal sobram os vazios urbanos, normalmente áreas de risco¹² e de forte vulnerabilidade ambiental (margens de rios e lagoas, dunas, morros), justamente as áreas mais susceptíveis aos perigos ambientais – enchentes, deslizamentos, poluição. A isso se somam as delicadas circunstâncias sociais (desemprego/subemprego, alimentação) e de infraestrutura (abastecimento d'água, tratamento de esgoto, coleta de lixo), e das dificuldades de acesso aos serviços urbanos básicos.

Por conta desses fenômenos, Fortaleza tornou-se uma metrópole de grandes contrastes socioambientais do Brasil. Apesar de uma grande dinâmica econômica, possui os maiores índices de exclusão social dentre todas as grandes capitais brasileiras. Segundo o Censo 2000 do IBGE, 31% da população de Fortaleza morava em favelas, e pelo menos 192,8 mil residências (36,6% do total) não apresentavam esgotamento sanitário, de acordo com o Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (Ipece), também em 2000. Mesmo tendo uma renda média por habitante de R\$ 4,16 mil ao ano, 58% das famílias de Fortaleza vivem com menos de dois salários mínimos, de acordo com o Ipece (Firmo, 2004).

Fortaleza é “dividida” em duas cidades bem distintas do ponto de vista do acesso à infraestrutura e da renda *per capita*. Existe uma cidade na zona leste que se caracteriza como um verdadeiro oásis de desenvolvimento, onde o poder aquisitivo das pessoas permite adquirir moradias de alto valor, em uma área da cidade com infraestrutura completa e acesso a todos os tipos de serviços e equipamentos urbanos.

Do lado oposto da cidade, a zona oeste, onde se localiza a bacia hidrográfica do rio Maranguapinho, ocorre uma ocupação urbana com predominância de as-

12. Em apenas cinco anos, de 1999 a 2004, o número de famílias em áreas de risco em Fortaleza aumentou de 4.500 para 17 mil, somando cerca de 69 mil pessoas. A maioria das áreas de risco em Fortaleza (os números variam entre 92 e 112 áreas de risco) se encontra nas margens dos rios e lagoas, cujas populações se confrontam com frequentes enchentes, além de graves problemas sociais (Hoerning, 2005).

sentamentos informais, com infraestrutura precária e deficiente acessibilidade a serviços e equipamentos urbanos (transporte, serviços de saúde, educação, segurança, lazer). Além disso, parcela significativa dos habitantes da zona oeste de Fortaleza não tem acesso a moradias dignas, o que os força a ocupar as chamadas áreas de risco.

A configuração urbana da RMF é um reflexo de políticas de ordenamento territorial baseado no sistema viário de estrutura radial concêntrica, onde se concentram as diversas atividades urbanas da região – comércio, serviços, indústria, habitações. Consequentemente, o processo de ocupação se realizou de forma inadequada e não levando em conta os espaços ambientalmente sensíveis, caso das áreas sob influência dos corpos hídricos – rios e lagoas.

A forte densidade populacional na porção oeste de Fortaleza, exibindo graves contrastes em relação aos indicadores socioeconômicos e de infraestrutura, comparando-se com a porção leste da cidade, expõe o rio Maranguapinho aos piores índices de qualidade ambiental e o tornou o mais afetado pelo processo de ocupação desordenado, dentre as bacias hidrográficas que compõem a RMF (Fortaleza, 2003).

A expansão urbana desordenada no âmbito da bacia do rio Maranguapinho, com a proliferação de habitações informais (favelas, ocupações e loteamentos clandestinos), contribui para exacerbar umas das principais e mais graves vulnerabilidades ambientais da região: as inundações. A remoção da cobertura vegetal ribeirinha, o assoreamento, os depósitos de resíduos sólidos, as lavras clandestinas de areia, a poluição industrial e a canalização direta de esgotos são fatores que ampliam o número de áreas de risco, principalmente nos municípios de Maracanaú, Caucaia e Fortaleza.¹³

2.3 Inundações urbanas na bacia hidrográfica do rio Maranguapinho – estudo de caso

Uma área inundável é o produto histórico da interação de variáveis naturais e a produção social do território urbano e, por isso, é condição *sine qua non* o entendimento dos fenômenos naturais geradores de risco e quais os processos e condições sociais que fazem emergir a vulnerabilidade a tais eventos, como dizem Herzer & Virgilio (1996).

13. Ao longo dos municípios drenados pelo rio Maranguapinho, principalmente Maracanaú, Caucaia e Fortaleza, ocorrem aproximadamente 38 áreas de risco de inundação, conforme Fortaleza (2003) e Almeida (2005).

A construção da cidade implica mudanças nos sistemas ecológicos e ambientais. Assim, o ambiente natural se transforma em ambiente construído ou social. A transformação do sítio natural em sítio urbano significa a remoção da cobertura vegetal e sua substituição por asfalto, cimento e outros materiais.

As mudanças nas descargas pluviais e na dinâmica fluvial dos rios urbanos são inevitáveis, significando graves consequências, representadas pelas inundações, se o processo natural de controle pluvial não for compensado pela construção de sistemas de drenagem urbanos adequados (Lavell, 2001).

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 quarenta 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 metrópole cearense e, de maneira desproporcional, na bacia hidrográfica do rio Maranguapinho (Quadro 2.2, Figura 2.16 e Mapa 1).

Quadro 2.2 – Caracterização geral da bacia hidrográfica do rio Maranguapinho

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), desaguardando em seguida no rio Ceará, a 5 km do oceano Atlântico, dividindo a mesma foz e planície fluviomarina.* Possui suas nascentes nas serras de Maranguape (sudoeste da bacia) e de Aratanha (sudeste da bacia), formando, por conseguinte, seus principais afluentes, os riachos Gavião, Tangureira e Pirapora, que confluem até se encontrar no médio curso, entre os municípios de Maranguape e Maracanaú. O rio Maranguapinho, que faz parte do conjunto de Bacias Metropolitanas, possui uma área total de drenagem de 217,15 km², com comprimento de aproximadamente 35,7 km que se desenvolve no sentido sudoeste-norte e com perímetro da bacia de 107,51 km.

(*) A confluência dos rios Ceará e Maranguapinho situa-se próximo da foz conjunta, sendo que o rio Maranguapinho pouco contribui, hidráulica e hidrologicamente, para o rio Ceará, e por isso são consideradas bacias hidrográficas independentes.



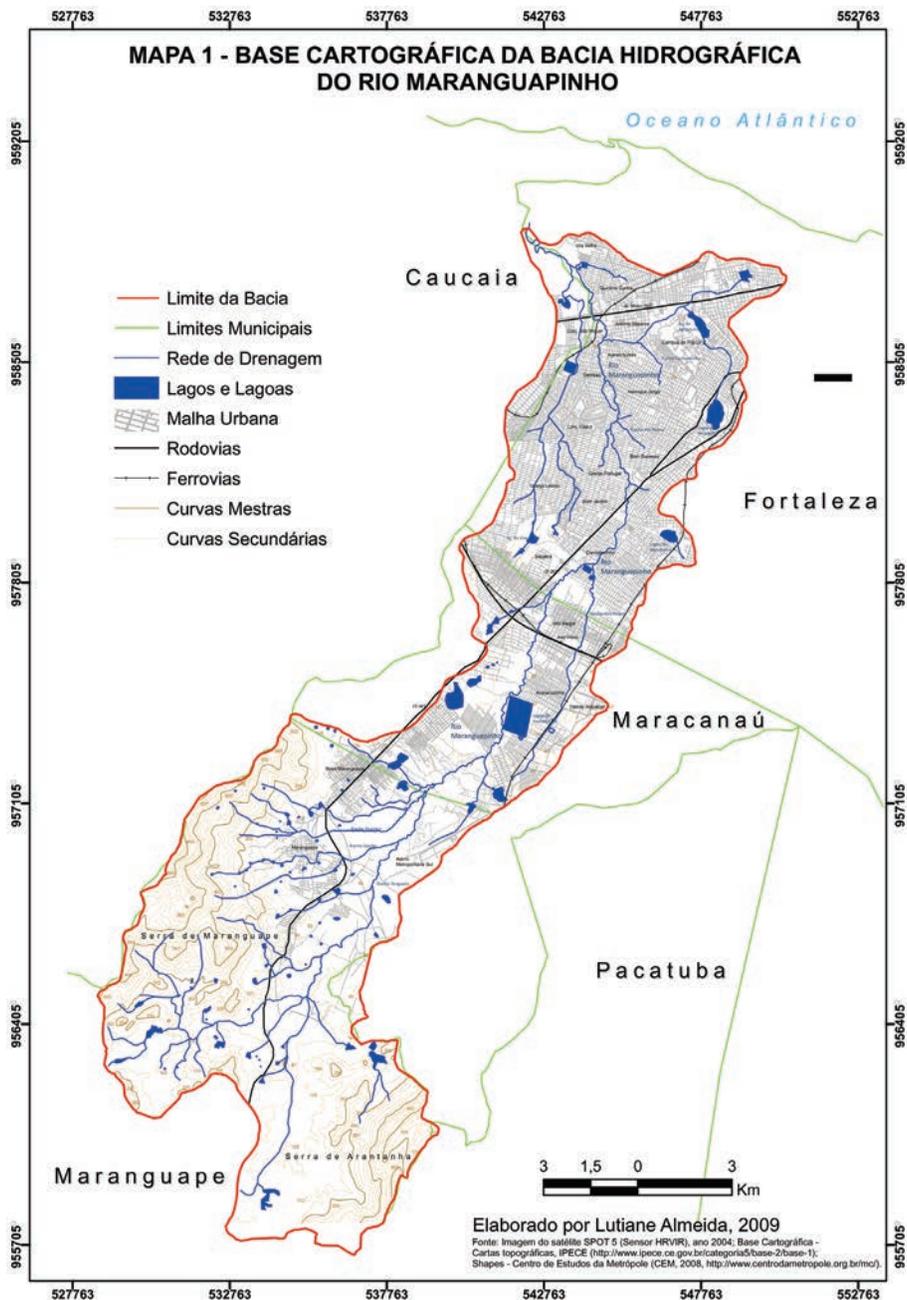
Figura 2.16 – Localização geográfica da bacia hidrográfica do rio Maranguapinho. *Fonte:* Elaborado por Lutiane Almeida, 2009.

É preciso destacar a forma desigual com que a parcela majoritária da população de Fortaleza é submetida a essas tensões. A bacia do rio Maranguapinho drena os espaços ocidentais do aglomerado metropolitano de Fortaleza, espaços cujos indicadores socioambientais se configuram entre os piores da RMF.

Dentre os problemas resultantes da degradação da qualidade de vida da população de Fortaleza, a emergência continuada dos perigos “naturais”, notadamente as inundações urbanas, se caracterizam como um dos principais desafios postos aos gestores públicos e à população metropolitana em geral.

Na RMF, a ocupação de espaços susceptíveis a perigos naturais, como as inundações, se torna cada vez mais intensa e atinge de forma diferenciada contingentes populacionais cada vez mais numerosos e mais carentes de serviços urbanos, melhores condições de trabalho e habitação.

A ocupação de planícies inundáveis (de rios e lagoas), aliada a uma série de modificações na estrutura do sítio urbano de Fortaleza, expõe uma crescente gama da população às inundações. 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:



Mapa 1. Base cartográfica da bacia hidrográfica do rio Maranguapinho. *Fonte:* Elaborado por Lutiane Almeida, 2009.

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

2.3.1 Condições climáticas regionais e distribuição espaçotemporal das precipitações

No Estado do Ceará, o principal elemento natural que influencia simultaneamente tanto os demais componentes ambientais (relevo, solos, cobertura vegetal, recursos hídricos, fauna), quanto as mais diversas características culturais regionais, é o seu clima. Por se encontrar sob a inclemência quase generalizada do clima tropical semiárido, o povo cearense detém uma convivência muito mais recorrente com a escassez (as secas) do que com a abundância (as inundações) das precipitações.

Daí, presume-se, advém uma das variáveis no entendimento das dificuldades na gestão dos riscos de inundação que imperam no estado como um todo (cf. as importantes consequências das intensas precipitações e das inundações em 2009, e a precária atuação do Estado na gestão de riscos e na gestão pós-desastre) e, de modo específico, nos espaços urbanizados.

Com efeito, 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 & 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 mesoescala* 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

(Ceará, 1994). 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 (Ceará, 1994). 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 & Mello, 2006). De acordo com Ferreira & Mello (2005), o deslocamento da ZCIT está relacionado aos padrões de temperatura da superfície do mar (TSM) sobre o oceano Atlântico Tropical, cujas temperaturas mais elevadas promovem o deslocamento da ZCIT para porções ao sul da linha do Equador, onde as águas se apresentam mais aquecidas, e retornando à sua posição no hemisfério norte no mês de maio, quando o período chuvoso entra em declínio. A descrição dos demais sistemas se encontram no Quadro 2.3.

Quadro 2.3 – Sistemas atmosféricos produtores de chuva no Estado do Ceará e na RMF (exceto a ZCIT)

Sistema atmosférico	Características
Ondas de Leste	Na região Nordeste, as ondas de leste provocam precipitações ao longo do litoral de 5° S a 13° S, durante o período de maio a agosto atingindo algumas vezes o litoral do Ceará.
Vórtices ciclônicos de altos níveis (VCAN)	Sistemas que se formam no oceano Atlântico Sul próximo à costa leste da região Nordeste e caracteriza-se pela formação de centros de baixas pressões frias em altos níveis, em torno de 300 e 200 hPa. A formação das baixas frias se dá quando ocorre a penetração de sistemas frontais no setor mais ao norte da região Nordeste e apresentam maior frequência nos meses de verão, aumentando significativamente o índice pluviométrico no Ceará.
Linhas de instabilidade	No verão e outono, principalmente nos meses de fevereiro a maio, a linha de atividade convectiva desenvolve-se ao sul da linha do Equador, afetando a costa setentrional da região Nordeste, provocando chuvas intensas no litoral do Ceará.
Processos convectivos de mesoescala	Formam-se principalmente no interior do estado, quando há disponibilidade e condições dinâmicas apropriadas, contribuindo para o aumento da pluviometria no Ceará.

Fonte: Elaborado por Almeida (2009) com base em Ceará (1994).

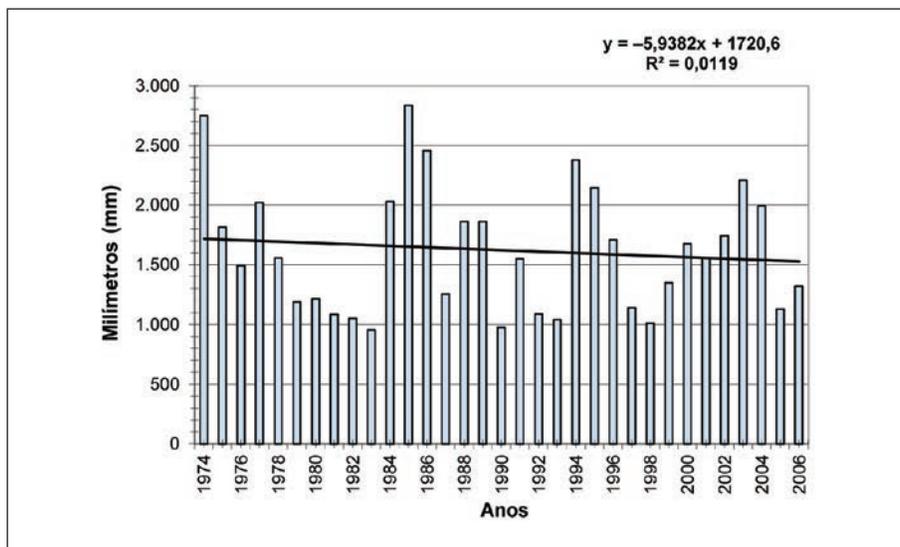


Figura 2.18 – Precipitação anual de Fortaleza (1974-2006). *Fonte:* Funceme, 2007; adaptado de Zanella et al., 2009.

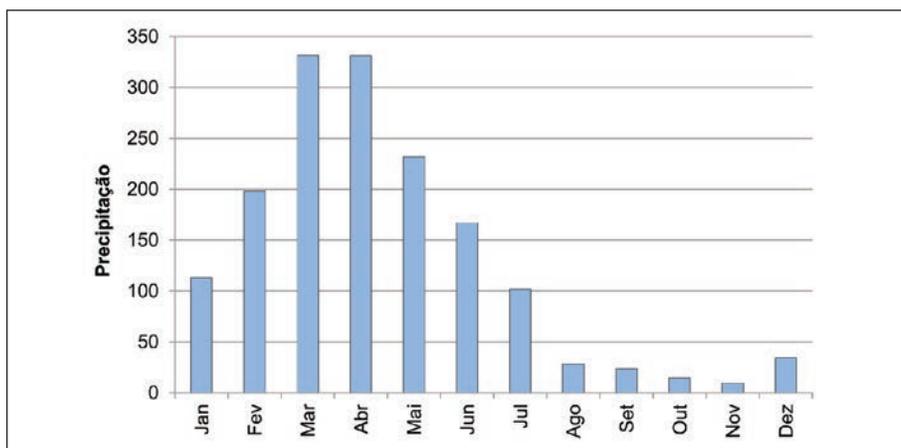


Figura 2.19 – Precipitação média mensal de Fortaleza, entre 1964-2004. *Fonte:* Funceme, 2005.

No que tange às condições climáticas da RMF quando da ocorrência de eventos pluviométricos extremos, que estão entre as principais variáveis causadoras de inundações urbanas, diversas pesquisas consideram que eventos pluviométricos com magnitude igual ou superior a 60 mm em 24 horas possuem

maior potencial causador de inundações e de desastres com diversas consequências (Monteiro, 1999, 2003; Gonçalves, 2003; Fernandes & Cabral, 2004; Vicente, 2005; Zanella, 2006; Zanella & Mello, 2006; Zanella et al., 2009).

Ao comparar os índices de pluviometria intensa potencialmente causadores de inundações em Salvador e Fortaleza, Zanella et al. (2009) afirmaram que, apesar das diferenças ambientais e urbanas entre as duas metrópoles, acredita-se que as precipitações máximas diárias a partir de 60 mm são as que causam eventos de inundação com maiores magnitudes e consequências mais graves na RMF.

Assim, a identificação da ocorrência de eventos pluviométricos iguais ou superiores a 60 mm 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).

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 a Tabela 2.6, sobre os dados de pluviosidade de Fortaleza, Maranguape e Pacatuba, o número de eventos iguais ou superiores a 60 mm diários é bastante representativo, notadamente em Fortaleza. Além disso, poucos anos (apenas três dentre os 33 anos da série) não apresentaram episódios potencialmente causadores de inundações.¹⁴

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 1.991,1 mm.

14. “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 Berlatto & Fontana (2003), houve ocorrência de La Niña, entre outros anos, em 1974 e 1985. Conforme a Tabela 1, 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” (Zanella et al., 2009).

Tabela 2.6 – Total pluviométrico anual e número de eventos iguais ou superiores a 60 mm diários, registrados em Fortaleza, Maranguape e Pacatuba, entre 1974 e 2006.

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	2.751,3	9	2.311,7	7	*	*
1975	1.813,3	2	1.499,2	0	*	*
1976	1.489,8	4	1.108,1	3	*	*
1977	2.019,9	3	1.344,1	1	*	*
1978	1.557,1	6	1.023,4	1	*	*
1979	1.190,6	3	1.018,1	2	970,5	2
1980	1.216,0	4	1.043,5	2	882,7	1
1981	1.086,4	4	748,7	2	744,3	3
1982	1.051,4	2	1.003,5	1	815,8	0
1983	955,2	1	601,9	2	*	*
1984	2.029,3	5	1.430,0	3	1.413,1	2
1985	2.836,0	8	2.122,0	3	1.964,7	7
1986	2.456,7	4	1.808,2	2	1.381,5	4
1987	1.259,7	3	858,1	2	*	*
1988	1.862,1	6	1.723,0	4	2.056,2	3
1989	1.862,5	3	1.369,0	3	1.618,2	2
1990	978,1	1	630,0	1	750,3	3
1991	1.548,7	3	1.065,8	1	1.181,7	6
1992	1.088,8	1	808,6	2	955,2	2
1993	1.042,7	3	550,9	1	659,7	0
1994	2.379,6	2	1.542,4	1	1.960,3	4
1995	2.143,5	6	1.239,2	3	1.636,6	3
1996	1.708,2	4	1.258,5	3	1.604,8	4
1997	1.143,3	0	687,8	0	804,2	2
1998	1.012,4	0	756,0	1	809,8	1
1999	1.346,6	0	1.007,9	3	942,4	1
2000	1.673,2	1	1.567,4	3	1.689,4	1
2001	1.554,5	4	1.161,2	2	1.160,0	2
2002	1.742,0	5	1.363,2	2	1.633,1	4
2003	2.208,4	5	1.539,7	4	1.466,9	2
2004	1.991,1	8	1.297,4	7	1.449,4	1
2005	1.132,4	3	465,2	1	781,4	1
2006	1.316,7	2	1.023,0	5	1.200,8	2
Total de eventos		115	–	78	–	63

(*) Dados incompletos ou inexistentes.

Fonte: Funceme (2005, 2007), adaptado de Zanella et al. (2009).

No que concerne à frequência mensal dos eventos pluviométricos intensos, a Tabela 2.7 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 esse sistema atinge, nesse período do ano, sua posição mais meridional no hemisfério sul, gerando precipitação em todo o Estado do Ceará e na RMF.¹⁵

Tabela 2.7 – 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	16	16	9	4	1	0	0	0	0	1
	80-100	2	5	8	5	2	5	2	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

Fonte: Funceme (2007), extraído de Zanella et al. (2009).

A despeito de os meses de março e abril apresentarem maior número de eventos extremos, além da 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 ja-

15. As autoras também destacam os complexos convectivos de mesoescala como sistema secundário importante atuando na geração de eventos de maiores magnitudes nesse período do ano (Zanella et al., 2009).

neiro, 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 histórica 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, sendo que este último será avaliado pormenorizadamente *a posteriori*, por ser o período que apresentou a maior pluviosidade diária da série estudada.

2.3.2 Características gerais do sítio urbano

O Estado do Ceará compreende uma diversidade de paisagens, que tem na atuação do clima sobre as estruturas geológicas seus principais elementos formadores. O trabalho das intempéries regidas pelo clima semiárido originou elementos topográficos que se caracterizam pelas formas aplainadas, dissecadas, estruturais e deposicionais.

As formas ditas aplainadas são representadas pelas depressões interplanálticas sertanejas recobertas por vegetação de caatinga, que se formaram de processos de erosão diferencial, truncando as estruturas litológicas mais frágeis, e originando extensas depressões com topografias de fraca a moderadamente dissecadas, que abrangem porções majoritárias no território cearense (Figura 2.20).

As formas dissecadas se encontram pontuadas ao longo das depressões, como resquícios dos processos de aplainamento, e, por suas estruturas litológicas mais resistentes aos processos intempéricos, se mantiveram na paisagem como “resíduos” desses processos da história geológica relativamente recente do Ceará (Tércioquaternário). Os maciços residuais se caracterizam por topografias fortemente dissecadas, relevo extremamente movimentado e fortes rupturas de declive nas serras, morros e cristas, onde se encontram resquícios de vegetação pluvionebular ou Mata Atlântica.

Já nos limites territoriais oeste, leste e sul, pode-se perceber a presença das formas estruturais que se caracterizam por planaltos sedimentares oriundos da produção de bacias sedimentares. Da borda leste da bacia sedimentar do Parnaíba, originaram-se as frentes de *cuestas* da serra da Ibiapaba nas porções oeste do território cearense, com extenso paredão reproduzindo uma escarpa muito íngreme. Ao leste e ao sul do estado, encontram-se as pequenas chapadas do Apodi e do Araripe, formando relevos tabulares (Araripe) e *cuestiformes* (Apodi) com topografias modestas, mas com relevante influência nas condições geológicas locais.



Figura 2.20 – Unidades geomorfológicas do Estado do Ceará. Fonte: Extraído de Silva & Cavalcante (2004).

Ao longo do litoral do estado, na interface de ambientes deposicionais litorâneos, fluviais e lacustres, estruturam-se as formas de deposição, originando planícies e tabuleiros costeiros com topografias planas e suaves. Essas paisagens se alongam pelo litoral e por médios e baixos cursos fluviais, formando assim as planícies litorâneas, planícies fluviomarinhas, planícies fluviais e tabuleiros pré-litorâneos. As planícies litorâneas fazem o contato entre o continente e o oceano

Atlântico, através de campos de dunas e praias, com forte instabilidade geocológica.

No caso das planícies fluviomarinhas, estas se formam no contato dos ambientes marinhos e fluviais, periodicamente inundados, com dinâmica extremamente complexa e revestida de vegetação de mangues. Os tabuleiros pré-litorâneos são paisagens oriundas dos processos de aplainamento terciárioquaternários que formaram as depressões sertanejas e cujos sedimentos intemperizados foram transportados e depositados ao longo do litoral, formando rampas que vão de fracamente dissecadas a planas, em interflúvios tabulares, e de topografias propícias à ocupação urbana.

Recortando os demais ambientes, as planícies fluviais recobertas por matas ciliares de carnaúba são ambientes de topografias suaves e planas formadas pela deposição periódica das inundações fluviais, e que possuem importância regional, tendo em vista o potencial edafológico para a agricultura regional.

Quanto à hipsometria, o Estado do Ceará apresenta cotas altimétricas variáveis, de acordo com a Figura 2.21. A parcela majoritária das altitudes se encontra em níveis inferiores a 500 metros, o que denota a importância espacial de topografias rebaixadas das depressões, dos tabuleiros e das planícies. Em limitadas proporções, as altimetrias superiores a novecentos metros e mais de mil metros restringem-se em alguns trechos dos maciços cristalinos e planaltos sedimentares mais elevados, caso do maciço de Baturité e da serra de Ibiapaba (Silva & Cavalcante, 2004).

Após essa caracterização geral das condições topográficas regionais, esboça-se o contexto topográfico da Região Metropolitana de Fortaleza (RMF) e, de modo específico, da bacia hidrográfica do rio Maranguapinho, já que se trata de importante elemento para o entendimento do sítio urbano e, por conseguinte, das inundações periódicas da área objeto deste estudo.

Ab'Saber (2007, p.15) afirma, a respeito de São Paulo, que “a expressão *sítio urbano* foi tomada em seu sentido geográfico mais simples, ou seja, o de pequeno quadro de relevo que efetivamente aloja um organismo urbano”. Já segundo Suertegaray (2006), a expressão constitui um conceito clássico da Geografia urbana, cuja definição original estabelece que se trata de um receptáculo ou o local onde se assenta a cidade. A autora propõe, entretanto, uma redefinição da expressão, ou seja, o entendimento do sítio urbano como o espaço fisicamente produzido, as formas criadas, e a sua interpretação dos processos envolvidos na produção da cidade.

Dessa forma, analisar-se-ão as condições topográficas da RMF para se entender quais elementos da paisagem regional são responsáveis pela ocorrência de inundações.

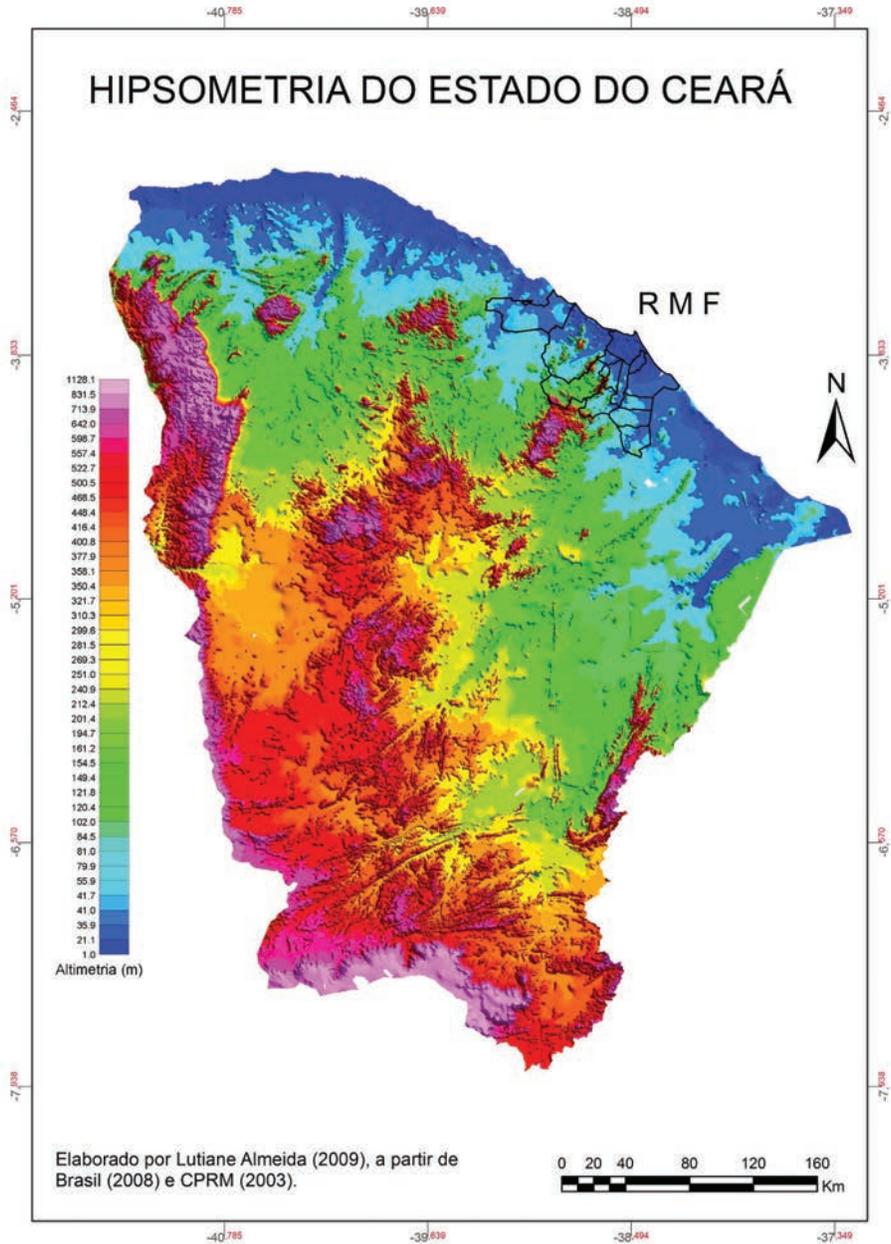


Figura 2.21 – Hipsometria do Estado do Ceará. Fonte: Elaborado por Lutiane Almeida (2009), baseado em Brasil (2008) e CPRM (2003).

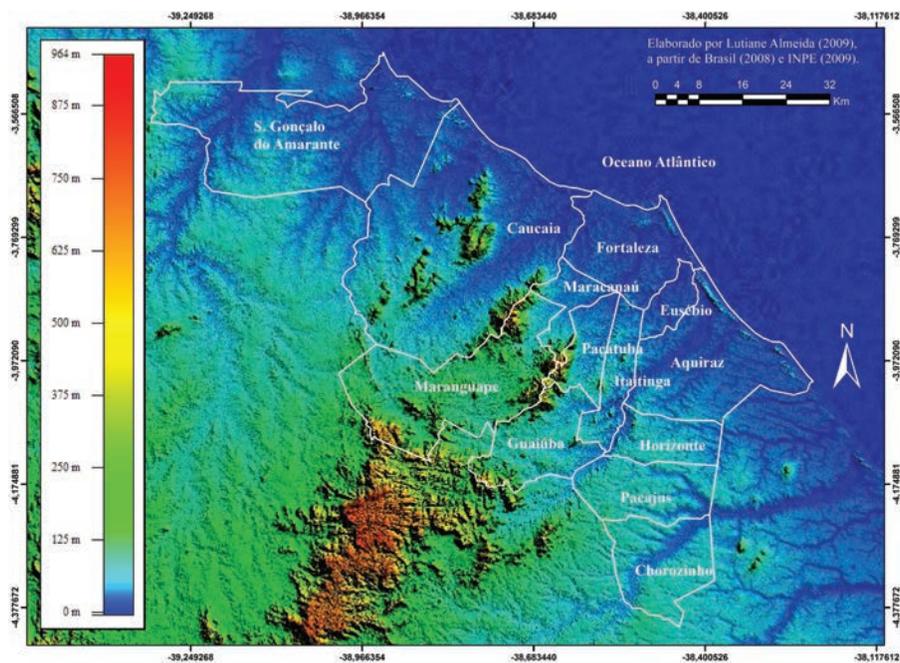


Figura 2.22 – Características topográficas, altimétricas e rede de drenagem da RMF. *Fonte:* Elaborado por Lutiane Almeida (2009), baseado em Brasil (2008) e INPE (2009).

De acordo com a Figura 2.22, 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 oitocentos a novecentos metros, e onde se concentram algumas das principais nascentes fluviais da região, inclusive as nascentes do rio Maranguapinho.

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. Os principais ambientes presentes na referida bacia são:

- *maciços residuais* – localizados nas porções sudoeste (serra de Maranguape) e sudeste (serra de Aratanha), compreendendo o alto curso e as principais nascentes do rio Maranguapinho;

- *depressão Sertaneja* – contatando os maciços residuais e seguindo a porção centro-sul da bacia, abrangendo terrenos do médio curso do rio Maranguapinho e para onde drenam os seus principais afluentes;
- *tabuleiros costeiros* – trata-se do sistema ambiental mais abrangente do ponto de vista espacial na bacia, e onde se dá majoritariamente a sua ocupação urbana; concentra-se ao longo do médio e do baixo curso do rio Maranguapinho, recortado por sua planície fluvial;
- *planície fluvial* – estende-se desde o médio curso do rio Maranguapinho, bordejando seu leito e formando extensa planície periodicamente inundada, dependendo da concentração dos totais pluviométricos e das condições de ocupação urbana;
- *planícies lacustres e várzeas* – planícies inundáveis que circundam lagoas e áreas topograficamente deprimidas na depressão sertaneja e nos tabuleiros costeiros;
- *planície fluviomarinha* – planície formada com base na interação do ambiente fluvial e marinho, dependente da dinâmica das marés e recoberta por vegetação de mangue na foz conjunta dos rios Maranguapinho e Ceará (Quadro 2.4 e Figura 2.23).

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 nas figuras 2.24 a 2.26, 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 2.27) 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.

Quadro 2.4 – Características geoambientais dominantes dos sistemas ambientais da bacia hidrográfica do rio Maranguapinho

Sistemas ambientais	Características geológicas e geomorfológicas	Características naturais dominantes
1 Planície fluvio-marinha com manguezais	Sedimentos quaternários fluvio-marinhos argilosos e mal selecionados, ricos em matéria orgânica; áreas planas em depósitos sedimentares de origem fluvio-marinha, sujeitas a inundações periódicas com solos revestidos por manguezais.	Superfícies planas derivadas de ações combinadas de processos de deposição fluvial e marinha, sujeitas a inundações periódicas ou permanentes, revestidas por mangues. A planície fluvio-marinha tem seu fluxo hídrico submetido à penetração das águas do mar no baixo vale. O canal fluvial tem padrão anastomótico e o escoamento das águas é feito de modo tortuoso, havendo mudanças bruscas de direção, de angulosidade com alargamento ou estreitamento do canal. Em outros pontos onde a colmatagem dos sedimentos é maior, os pequenos setores de fluxos retilinizados se alternam com canais meândricos.
1.1 Planície fluvio-marinha com apicuns/salgados	Sedimentos quaternários fluvio-marinhos argilosos e mal selecionados, apresentando teores elevados de sais; superfície plana circundando manguezais com apicuns/salgados recobertos por vegetação halofítica gramíneo-herbácea.	
2 Planície fluvial	Sedimentos quaternários com areias finas e grossas, inconsolidadas, ocorrendo localmente cascalhos e argilas com matéria orgânica em decomposição; superfície plana decorrente de acumulação fluvial sujeita a inundações sazonais e limitada por diques marginais e níveis de terraços escalonados, bordejando calhas luviais, com solos aluviais predominantemente revestidos por matas ciliares degradadas.	Faixas de acumulação aluvial da planície do baixo rio Maranguapinho, pequenos canais fluviais litorâneos e pré-litorâneos. As aluviões são constituídas de areias finas a médias, com inclusões de cascalhos inconsolidados e argilas com materiais orgânicos em decomposição. É bom o potencial de recursos hídricos superficiais e subsuperficiais. As associações de solos têm predominância de solos neossolos flúvicos dotados de fertilidade natural média e alta; são solos normalmente profundos, com grande variação textural e drenagem imperfeita; os neossolos flúvicos se associam a planossolos solódicos, geralmente submetidos a uma baixa saturação com sódio, nos horizontes subsuperficiais onde a drenagem é imperfeita. Têm características distróficas ou baixa saturação de bases trocáveis. Eventualmente, e em pequenas manchas, ocorrem vertissolos que possuem teores elevados de argilas.
3 Área de inundação sazonal	Sedimentos coluviais argilosos, inconsolidados, eventualmente com cobertura arenosa; lagoas pré-litorâneas de origem fluvial ou freática e planícies arenosas ribeirinhas de acumulação lacustre ou fluvio-lacustre, incluindo as lagoas freáticas.	Corpos de águas calmas e com profundidades variadas, derivadas do barramento dos setores inferiores de cursos d'água sem energia suficiente para transpor obstáculos topográficos. As áreas ribeirinhas formam planícies arenosas e com solos do tipo planossolos e neossolos flúvicos que são revestidos por gramíneas e matas ciliares. Incluem-se nesse sistema as áreas de inundações sazonais, incipientemente incorporadas à rede de drenagem.

(cont.)

(continuação)

Sistemas ambientais	Características geológicas e geomorfológicas	Características naturais dominantes
4 Tabuleiros	Sedimentos terciócuaternários da Formação Barreiras, com sedimentos variegados, predominantemente arenosos, inconsolidados, com estratificação indistinta; superfície plana, com caimento topográfico suave para o litoral, fracamente entalhada pela rede hidrográfica que secciona interflúvios tabulares, de drenagem de padrão paralelo que demanda a linha de costa.	Os tabuleiros são compostos por sedimentos mais antigos pertencentes à Formação Barreiras e se dispõem de modo paralelo à linha de costa e à retaguarda dos sedimentos eólicos, marinhos e fluviomarinhos que constituem a planície litorânea. A largura média desses terrenos é em torno de 25-30 km, contatando para o interior com rochas do embasamento cristalino. O sistema deposicional da Formação Barreiras é variado e inclui desde leques aluviais coalescentes até planícies de marés. As fácies sedimentares superficiais têm, igualmente, variações que dependem de condições diversas tais como: da área fonte dos sedimentos, dos mecanismos de mobilização e das condições de deposição. Sob o aspecto litológico, há predominância de sedimentos areno-argilosos de cores esbranquiçadas, vermelho-amareladas e cremes. O material é mal selecionado e tem variação textural de fina a média e estratificação indistinta. Os sedimentos da Formação Barreiras compõem o “glacis” de acumulação que é entalhado pela rede de drenagem que demanda o oceano. As áreas interfluviais constituem os tabuleiros pré-litorâneos. Tratam-se de terrenos firmes, estáveis, com topografias planas e solos espessos, constituindo áreas muito propícias à expansão urbana e à instalação industrial e onde as condições de estabilidade ambiental não oferecem maiores empecilhos ao uso e ocupação
5 Superfície pediplanada da depressão sertaneja	Rochas pré-cambrianas do complexo granitoide-migmatítico e o complexo gnaissico-migmatítico com gnaisses variados, granodioritos e granitoides, de textura média a grossa, porfiroblástica ou não; superfície de pediplanação aplainada a moderadamente dissecada, modelada por processos de morfogênese mecânica e com caimento topográfico suave para o litoral e fundos de vales.	Superfície pediplanada nas depressões sertanejas semiáridas e subúmidas truncando rochas variadas do embasamento cristalino, com rampas de erosão que têm caimento suave (inferior a 5% de declividade) na direção dos fundos de vales. A superfície pode se apresentar, eventualmente, dissecada em colinas rasas que intercalam com planícies fluviais. Solos rasos revestidos por caatingas parcialmente degradadas.
6 Maciços residuais (níveis residuais elevados)	Rochas pré-cambrianas do Complexo Cristalino; níveis de maciços residuais dissecados em feições de topos convexos (colinas) e aguçados (cristas) exibindo fortes declives nas vertentes.	Áreas das serras de Maranguape e Aratanha, e residuais elevados em formas de cristas e de <i>inselbergs</i> . Distribuem-se de modo disperso pela depressão sertaneja, compondo “ilhas” de umidade com recobrimento vegetal de mata pluvionebular sobre solos profundos e, eventualmente, rasos. As feições de relevo são dissecadas em face do aprofundamento da drenagem, que escava vales em forma de V.

Fonte: Modificado de Ceará, 2005.

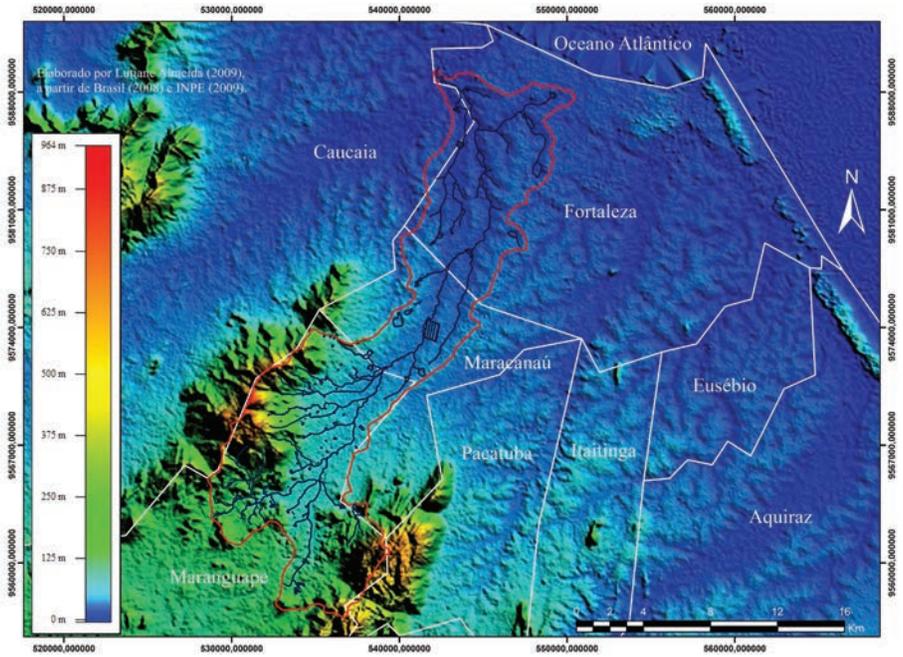


Figura 2.24 – Características topográficas e altimétricas da bacia hidrográfica do rio Maranguapinho. Fonte: Elaborado por Lutiane Almeida (2009), baseado em Brasil (2008) e INPE (2009).

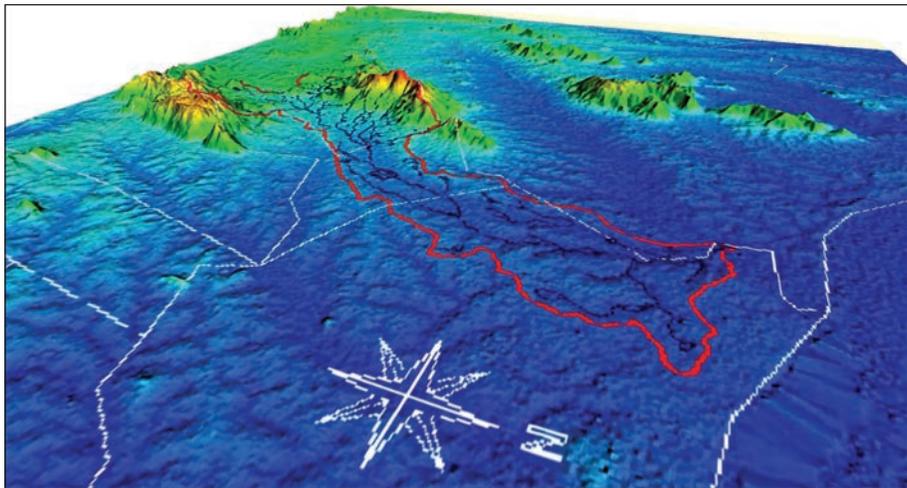


Figura 2.25 – Modelo em três dimensões da topografia da bacia hidrográfica do rio Maranguapinho, com destaque para o baixo curso. Fonte: Elaborado por Lutiane Almeida (2009), baseado em Brasil (2008) e INPE (2009).

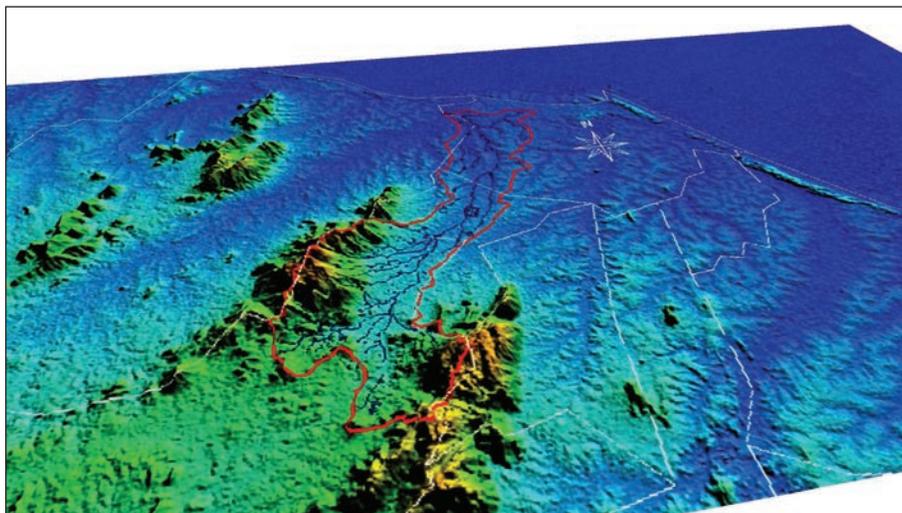


Figura 2.26 – Modelo em três dimensões da topografia da bacia hidrográfica do rio Maranguapinho, com destaque para o alto curso. *Fonte:* Elaborado por Lutiane Almeida (2009), baseado em Brasil (2008) e INPE (2009).

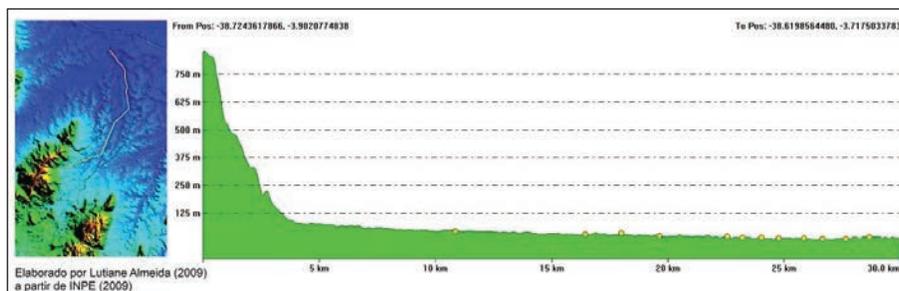


Figura 2.27 – Perfil longitudinal do rio Maranguapinho. *Fonte:* Elaborado por Lutiane Almeida (2009), baseado em INPE (2009).

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,¹⁶ pode difi-

16. Sobre as cidades litorâneas e a influência das marés na ocorrência de inundações, caso de Fortaleza, Smith (2001) frisa que 17 das 25 maiores cidades no mundo eram cidades costeiras no fim do século XX: “These cities, [...] tend to be in countries which lack effective coastal zone mana-

cultar ainda mais o escoamento na bacia e promover muitos problemas à população que habita as planícies (fluvial, fluviomarinha e lacustre).

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 nesses 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.

2.3.3 Processo acelerado de urbanização

a) *Expansão urbana e inundações*

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 à 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.

Sob a influência do higienismo, muitos equipamentos urbanos foram realocados e muitas modificações no traçado das ruas foram empreendidas, como já se referiu. Equipamentos que causavam desconforto e depreciação do espaço urbano aos seus habitantes (notadamente aqueles mais abastados), caso do Cemitério São João Batista (1865), da Cadeia Pública (1854-1866), Hospital de Caridade (Santa Casa de Misericórdia, 1847), Estação João Felipe (1880), foram alguns dos motivos para que a “elite” fortalezense se deslocasse na direção do bairro Aldeota, a

gement and development planning controls” [Estas cidades, [...] tendem a estar em países que carecem de gestão da zona costeira e controles eficazes de planejamento de desenvolvimento] (Smith, 2001, p.262, tradução nossa).

leste do centro histórico da cidade, até então espaço privilegiado desses grupos sociais, juntamente com o bairro Jacarecanga, a oeste do Centro.

Com a “elite” econômica se concentrando no leste, a porção oeste foi palco para a expansão das camadas populares de Fortaleza e para a alocação de atividades que incomodavam a população mais rica da cidade. Essa expansão, orientada no sentido sul e oeste, vai acompanhando as antigas estradas de Jacarecanga, Soure, Arronches e Aquiraz¹⁷ (Costa, 2005).

Os planos de expansão da cidade (já analisados) deram a Fortaleza a sua estrutura urbanística básica, que é o arruamento em plano ortogonal (em forma de xadrez), aproveitando a forma predominantemente 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. Essa estruturação urbanística também é responsável por modificações nas condições do sítio urbano que expôs ao longo do tempo a população da cidade a fenômenos naturais perigosos, caso das inundações (Figura 2.28).



Figura 2.28 – Visão panorâmica do sítio urbano de Fortaleza do seu Centro Histórico para o sul. Notar o padrão ortogonal (em xadrez) das ruas, a topografia predominantemente plana e, ao fundo, a silhueta das serras de Maranguape e Aratanha. *Fonte:* Fotos do autor, agosto 2009.

Com a expansão da cidade para oeste, também é nesse sentido que vão se instalando as primeiras plantas industriais, particularmente na antiga estrada de

17. Respectivamente, as atuais avenidas Francisco Sá, Bezerra de Menezes, João Pessoa e Aguanambi.

Jacarecanga, atual avenida Francisco Sá, circundada por bairros operários – Carlito Pamplona, Álvaro Weyne, Jardim Iracema, Vila Ellery, Quintino Cunha –, 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).

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, sobretudo os mais periféricos, como Quintino Cunha, Henrique Jorge, Granja Portugal, Bom Jardim, Parque São José, Antonio Bezerra, todos pertencentes à área drenada pelo rio Maranguapinho.

Foi nos últimos quarenta anos que a expansão urbana na bacia hidrográfica do rio Maranguapinho foi mais intensa. No fim 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, dentre os quais os mais significativos são o Conjunto Ceará (1976 – 1ª etapa: 966 residências), construído no bairro Granja Portugal, e o conjunto Marechal Rondon (1.280 residências), localizado hoje contiguamente à quarta etapa do Conjunto Ceará, entre os municípios de Caucaia e Fortaleza,¹⁸ “passando a exercer atração ao seu entorno em função da construção de infraestrut-

18. Outros conjuntos habitacionais construídos até 1976 e constando no espaço da bacia do rio Maranguapinho, são: Parque Tabapuá (Caucaia – 500 residências), Presidente Castelo Branco (Pres. Kennedy – 380 residências) (Sousa, 1978).

turas 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 fim da década de 1970, de um total de 73 favelas em Fortaleza, 18 se localizavam na bacia do rio Maranguapinho (Figura 2.29)¹⁹ (Sousa, 1978).

Também é do fim da década de 1970 a instalação do Primeiro Distrito Industrial de Fortaleza (DIF I), no então distrito de Maracanaú,²⁰ 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).

Uma parte considerável da área do DIF I se localiza ao longo do baixo curso do rio Maranguapinho, assim como muitos conjuntos habitacionais de Maracanaú, tais como Novo Maracanaú, Acaracuzinho, Novo Oriente, Jereissati I. Assim como nos demais conjuntos habitacionais em Fortaleza, em Maracanaú houve intensa expansão urbana e o crescimento populacional promovidos pela instalação de distritos industriais e de conjuntos habitacionais, o que fomentou a abertura de loteamentos clandestinos e a proliferação de favelas e áreas de risco.

Atualmente, há intenso processo de conurbação entre os municípios de Fortaleza e Maracanaú, fruto dos processos de expansão urbana descritos anteriormente e gerando problemas socioambientais comuns e dificuldades da gestão do território, já que existem indefinições quanto aos limites territoriais dos dois municípios, o que dificulta a alocação de investimentos em serviços urbanos básicos.²¹

19. As 18 favelas presentes na bacia hidrográfica do rio Maranguapinho no fim da década de 1970: Vila Maria Helena, Bela Vista, Pan-Americano, Demócrito Rocha, Cachoeirinha, Língua de Cobra, Buraco da Jia, Alto do Bode (Alto São Vicente), Inferninho, Serrinha, rua Goiás, avenida Humberto Monte, fim da avenida Theberge, Papouco, Cercado do Zé Padre, rua Feijão, Vila Mosquito, rua Muriçoca (Anário Braga) (Sousa, 1978).

20. Maracanaú tornou-se município, emancipando-se de Maranguape em 1983.

21. Bairros como Siqueira, Alto Alegre, Canindezinho, Tucunduba, Parque Jari, entre outros, se localizam entre os limites territoriais de Fortaleza e Maracanaú, em área de litígio, apresentando os piores indicadores socioambientais da RMF.

Dessa forma, pode-se dizer que os componentes básicos da expansão urbana da RMF são os conjuntos habitacionais, os loteamentos periféricos, a autoconstrução (favelas em 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).

Assim, 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, sobretudo 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.

Para Martins (2006), a problemática ambiental urbana é, essencialmente, um problema de carência de políticas consistentes de acesso à habitação de interesse social. A questão dos riscos de inundação nas cidades envolve as desigualdades sociais no acesso à cidade por parte da população mais pobre, excluída do mercado formal de habitação e “empurrada” a ocupar espaços susceptíveis a fenômenos naturais periódicos, como as inundações, cuja frequência e magnitude são intensamente modificadas no espaço urbano e com consequências que são sentidas de forma também desigual, em função das capacidades diferenciadas de lidar com os eventos desastrosos.

No caso das cidades brasileiras, o déficit habitacional e a pobreza urbana promovem um duplo desastre: o conflito que envolve população de baixa renda que ocupa espaços susceptíveis a perigos naturais, nas mais perversas condições de ilegalidade, segregação física, subcidadania e a má qualidade de vida; e a agressão ambiental a sistemas fundamentais à manutenção da biodiversidade

e da própria vida humana, como são os mananciais de água, notadamente os rios (Maricato, 2006).

A bacia hidrográfica do rio Maranguapinho compreende espaços urbanizados cujos indicadores socioambientais estão 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, como inundações e movimentos de terra.

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 detentoras 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 ainda são comuns.

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 topo-

grafias 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.

b) Vetores de expansão urbana

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 avenidas Bezerra de Menezes, José Bastos, João Pessoa, Perimetral, Fernandes Távora e Osório de Paiva.

A partir da década de 1970 (Figura 2.30), surgem vetores na margem esquerda do rio Maranguapinho após a ponte da avenida Mister Hull (continuação da av. Bezerra de Menezes), com a formação dos loteamentos Parque das Nações e Conjunto São Miguel, no Município de Caucaia. No limite oeste da bacia, em 1972, já se vislumbravam, de forma isolada, as primeiras ruas do loteamento que deu origem ao Parque Guadalajara, a partir da ferrovia de Caucaia. Nesse momento, o vetor de expansão que seguiu a avenida Fernandes Távora já atingia a planície fluvial direita do rio Maranguapinho, entre os bairros João XXIII, Autran Nunes e Bom Sucesso, mas ainda com pouca densidade de residências.

Também é do fim da década de 1960 e início da de 1970 que se iniciou o vetor de expansão correspondente ao que se chama Grande Bom Jardim, região anteriormente constituída por fazendas que foram sendo loteadas após o ano de 1950. Sobre a formação do Grande Bom Jardim, Alves & Freitas (2008) esclarecem:

A região hoje denominada Grande Bom Jardim foi constituída no passado por fazendas, dentre estas a conhecida fazenda “Boa Vista”. A denominação “Bom Jardim” foi registrada e criada por um grande proprietário de terras de Fortaleza (João Gentil) que à época resolveu lotear o terreno, cuja paisagem remetia a uma mata densa e exuberante. A expressão empregada aludia às suas grandes áreas verdes e à diversidade de árvores frutíferas que predominava. Esse período marca a fundação e o batismo de lugares como o Jardim Paulista, que posteriormente se transformaria em Parque Santo Amaro, e a fazenda Tatu Mundé, mais



Figura 2.30 – Evolução da ocupação urbana na bacia hidrográfica do rio Maranguapinho na sua planície fluviomarinha, no bairro Vila Velha. Em 1972 (em cima), inicia-se o processo de abertura de loteamentos em direção ao manguezal. Já em 2001 (no meio), há ocupação consolidada de loteamentos e conjuntos habitacionais e algumas moradias precárias. Em 2010 (embaixo), ocupação generalizada das bordas do manguezal por habitações precárias e aterramento de estação de tratamento de esgoto e posterior ocupação irregular. *Fonte:* Fortaleza, 1972, 2001 e Cruz (2012).

tarde conhecida como Granja Lisboa (propriedade de Teodoro de Castro). (Alves & Freitas, 2008, p.266-7)

Outras grandes propriedades da região deram origem aos bairros Parque Santa Cecília e Granja Portugal, de posse do “seu Portugal”. A região do Grande Bom Jardim é composta por cinco bairros oficialmente reconhecidos – Bom Jardim, Granja Portugal, Granja Lisboa, Canindezinho e Siqueira, além de outros núcleos populacionais (Alves & Freitas, 2008). No início da década de 1970, dos bairros Bom Jardim, Granja Portugal e Granja Lisboa, já era possível vislumbrar os primeiros arruamentos, mas com pouquíssima densidade residencial. Ao mesmo tempo, também se configuravam os primeiros arruamentos dos bairros Vila Pery e Parque São José, como consequência da expansão do bairro Parangaba.

No final da década de 1970, a construção dos conjuntos Ceará e Marechal Rondon contribuiu diretamente para o aumento da densidade populacional na bacia do rio Maranguapinho e, de forma indireta, colaborou para a abertura de vários loteamentos contíguos, o que originou a formação do bairro Genibaú, em Fortaleza, e dos bairros Parque Albano e Parque Boa Vista, em Caucaia, além do incremento na densidade de ocupações clandestinas dos vazios urbanos, notadamente as áreas de preservação permanente do rio Maranguapinho.

Também é no final da década de 1970 e início da de 1980 que são construídos grandes conjuntos habitacionais no Município de Maracanaú, fazendo parte de políticas habitacionais dirigidas à alocação de mão de obra para a instalação do DIF I. Foram construídos oito conjuntos habitacionais em Maracanaú, dos quais quatro fazem parte do espaço drenado pela bacia do rio Maranguapinho, a saber: Conjunto Acaracuzinho (1983), Conjunto Novo Oriente (1983), Conjunto Novo Maracanaú (1985), Conjunto Jereissati I e II (1987), totalizando aproximadamente 10 mil residências.

Nas últimas décadas, os principais vetores de expansão urbana na bacia hidrográfica do rio Maranguapinho se concentraram nos limites territoriais entre os municípios de Fortaleza e Maracanaú, representados pelos bairros Siqueira, Canindezinho, Presidente Vargas, todos em processo de conurbação com bairros de Maracanaú, tais como Alto Alegre, Parque Tijuca, Parque Jari, seguindo a rodovia CE 065, como consequência da expansão urbana de Maracanaú, fruto da industrialização desse município, como tratado por Almeida (2005). Trata-se de bairros em processo de formação e ocupação clandestina de vazios urbanos e espaços susceptíveis a inundações e loteamentos irregulares, com precárias condições de infraestrutura e seus indicadores sociais estão entre os piores da RMF.

Em Maranguape, município que ainda apresenta características rurais, o processo de expansão urbana vem se intensificando sob a influência do crescimento populacional de Fortaleza, Maracanaú e Caucaia, além do processo de industrialização, e seus vetores seguem a rodovia CE 065, em direção a Fortaleza, com a construção dos conjuntos Novo Maranguape I e II. No sentido sul, o tecido urbano daquele município se estende também ao longo da rodovia CE 065 (bairros Novo Parque Iracema, Parque São João, Aldeoma). E no sentido oeste, segue as estradas de fundos de vale da serra de Maranguape formados pelos rios Gavião e Pirapora (afluentes do rio Maranguapinho), com topografias íngremes e sob risco de deslizamentos de terra, na direção das principais nascentes do rio Maranguapinho.

Cabe destacar que os principais problemas atrelados às inundações nesse rio iniciam-se com as formas de uso e ocupação do solo dos terrenos drenados por suas nascentes e afluentes, todos localizados em terrenos de relevo fortemente dissecado e intensamente suscetível a processos erosivos que produzem quantidade importante de sedimentos, e, *a posteriori*, contribuirão para o processo de assoreamento do rio Maranguapinho. O assoreamento, por sua vez, fará que haja diminuição da velocidade do escoamento, aumento da seção transversal do rio e aumentará a área de ocupação das águas de inundação.

Ainda sobre o processo de degradação ambiental imposta pela expansão urbana da RMF à bacia hidrográfica e ao rio Maranguapinho, o Observatório das Metrópoles atesta, 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 defensivos 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, consequência 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 criminoso de efluentes industriais clandestinos e 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. Milhares de famílias que ocupam as margens do rio Maranguapinho apre-

sentam-se frequentemente sob o risco de inundações e solapamento 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 Metrôpoles, 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.

c) “Áreas de Risco” ou “Territórios de Risco”?

Em Fortaleza fala-se em “metropolização da pobreza”, porque para ela se atribuiu o papel de centro do desemprego, da poluição, das inundações e da violência (Campos et al., 2003; Cabral & 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 & 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 de doenças.

A Figura 2.31 representa de forma categórica a estruturação de territórios de risco de inundação, em virtude da ocupação das margens e planícies inundáveis dos rios. As ruas principais ou avenidas são instaladas nos leitos maiores, onde a frequência das inundações é reduzida, enquanto os espaços dos leitos menores e frequentemente ocupados pelas cheias dos rios se transformam em territórios de risco, em virtude da invasão realizada pelos excluídos do mercado formal de habitação. Esses espaços desvalorizados pelo poder público se tornam ambientes degradados, poluídos e estigmatizados pela pobreza, pela violência, pela vulnerabilidade e pelo risco.

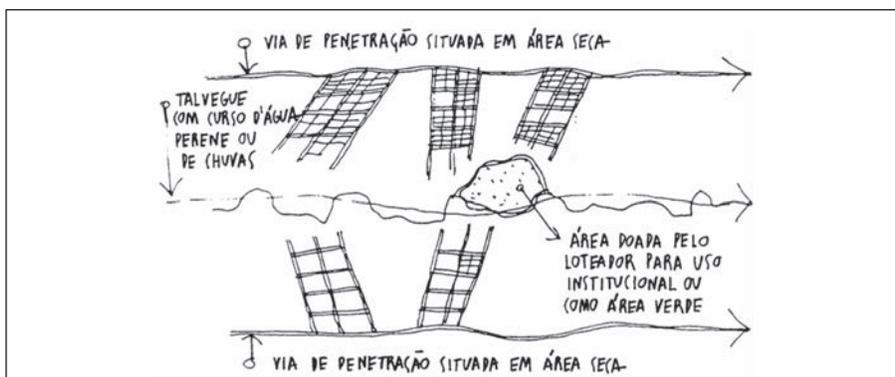


Figura 2.31 – Estruturação de territórios de risco de inundação nas cidades. *Fonte:* Campos Filho (1999) e extraído de Freitas (2004).

No espaço abrangido pela bacia hidrográfica do rio Maranguapinho (217,15 km²), a população aproximada é de 900 mil habitantes, ocupando 46% (cerca de 100 km²) de sua área total. De acordo com as defesas civis de Fortaleza, Maracanaú, Caucaia e Maranguape, há 49 territórios de risco de inundação, que atingem aproximadamente 15 mil famílias, ou cerca de 60 mil pessoas (Quadro 2.5 e Mapa 2).

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); poluição causada pela deposição criminosa de resíduos os mais diversos e oriundos das mais variadas atividades (criação de animais, oficinas, lava a jato, entre outros), expondo ainda mais a população aos riscos de doenças.

Quadro 2.5 – Localização, número de famílias, tipologia e descrição das áreas de risco da bacia hidrográfica do rio Maranguapinho

	Bairro/ Cidade	Áreas de risco	Nº de famílias	Tipo de risco	Descrição
1	Vila Velha (Fortaleza)	Vila Velha II	332	Inundação	Ocupações de residências na área de mangue do rio Maranguapinho.
2		Vila Velha III	416		Áreas expostas aos fluxos de marés.
3	Antonio Bezerra	Travessa Maranguapinho	60	Inundação	Famílias habitando as margens do rio Maranguapinho.
4		Alto do Bode	35		Comunidade atingida pelas águas oriundas das inundações do rio Maranguapinho.
5		Tupinambá da Frota	107		Famílias residem às margens do rio Maranguapinho.
6	Autran Nunes	Beco do Cal	150	Inundação	Famílias estão expostas às inundações do rio Maranguapinho.
7		Beira Rio I	280		As inundações do rio Maranguapinho causam prejuízos aos moradores.
8		Beira Rio II	43		As inundações do rio Maranguapinho causam prejuízos aos moradores.
9		Cuiabá	535		Famílias habitando as margens do rio Maranguapinho.
10		Comunida de Terra Firme	332		Famílias habitando as margens do rio Maranguapinho.
11	Bom Sucesso	Riacho das Pedras	155	Inundação	Famílias expostas a inundação em virtude do canal das Pedreiras.
12		Comunidade Carlos Chagas	126	Alagamento	O acúmulo de águas pluviais causa alagamento em toda a comunidade.
13		Comunidade do Rio	312	Inundação	Famílias habitando as margens do rio Maranguapinho.

(cont.)

(continuação)

	Bairro/ Cidade	Áreas de risco	Nº de famílias	Tipo de risco	Descrição
14	Dom Lustosa	Comunidade da Chesf (ponte do pau da velha)	72	Inundação e radiação	Área exposta a inundação de um afluente da lagoa da Faculdade de Agronomia e afluente do rio Maranguapinho e a radiação do linhão da Chesf.
15	Pici/ Bela Vista	Lagoa Azul	150	Inundação	As famílias estão expostas às margens da lagoa da Agronomia da UFC.
16	Quintino Cunha	Comunidade do Sossego	32	Alagamento	Área exposta a alagamento de um afluente da lagoa da Faculdade de Agronomia, e linha férrea.
17		Comunidade do Plástico e do Papelão	180		Comunidade sujeita a alagamento pelo o acúmulo de águas pluviais.
18		Monte Rei	38	Inundação	Comunidade atingida no período chuvoso por águas oriundas das enchentes do rio Maranguapinho.
19		Alto Jerusalém	161		Alagamento ocasionado por águas das enchentes do rio Maranguapinho.
20		Coité	400		Ocupação de famílias em área do Estado destinada ao funcionamento de lagoa de tratamento de esgoto.
21		Ilha Dourada	123		Famílias ocupam a área de preservação ambiental do rio Maranguapinho, expostas às inundações.
22		Comunidade da Muriçoca	232		Famílias expostas às enchentes do rio Maranguapinho e das preamares das marés de sizíguas.
23		Comunidade Bubu/Cal	231		Os transbordamentos do rio Maranguapinho durante o período chuvoso e as preamares das marés de sizígia vitimam famílias.
24		Genibaú	Comunidade do Capim		407

(cont.)

(continuação)

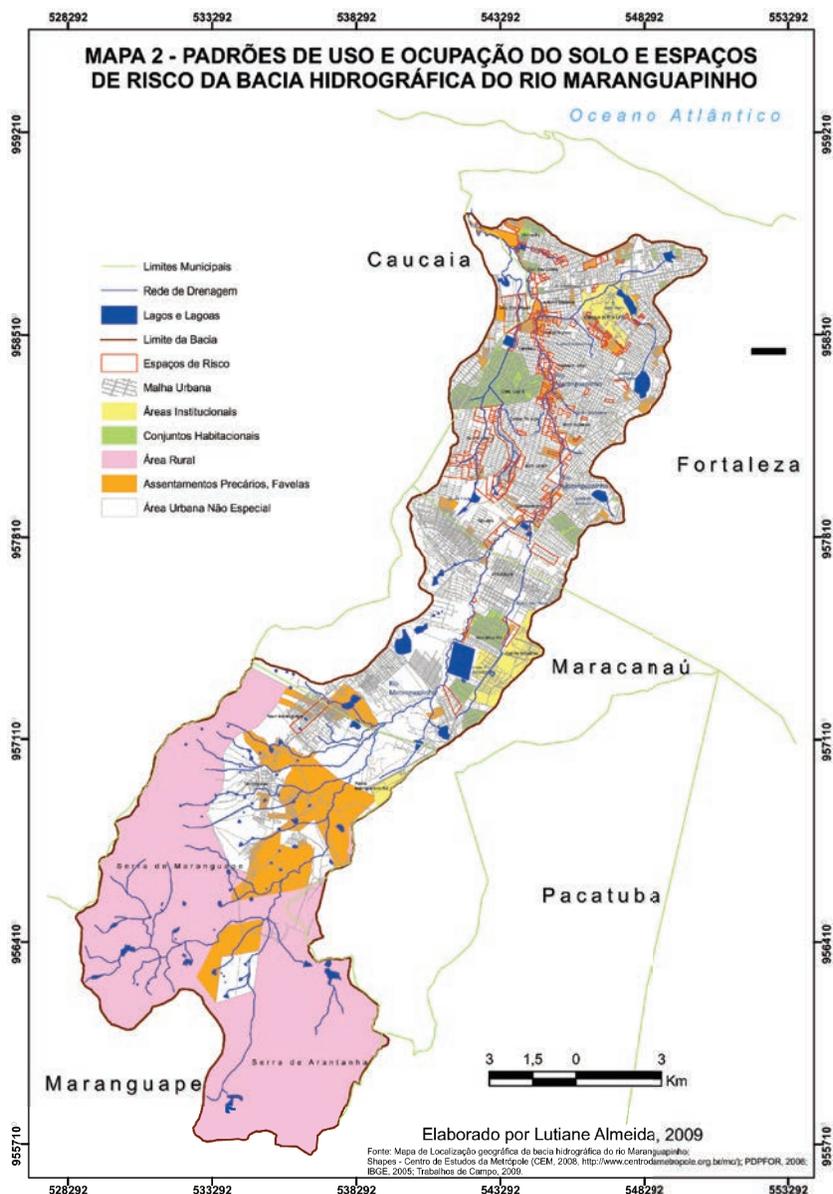
	Bairro/ Cidade	Áreas de risco	Nº de famílias	Tipo de risco	Descrição
25	Genibaú	Maranguapinho II	1.516	Inundação	Alto índice de famílias ocupando as margens do rio Maranguapinho.
26		Canal da Moçambique	107		Famílias habitando área próxima ao canal.
27	Granja Portugal	Maranguapinho I	990		Durante a quadra chuvosa, a comunidade é atingida pelas as águas do rio Maranguapinho.
28	Siqueira	Comunidade Marrocos	434	Alagamento	Residências alagadas com o acúmulo de águas pluviais.
29		Conjunto Urucutuba	27		Residências alagadas com o acúmulo de águas pluviais.
30	Bom Jardim	Canal Leste	784	Inundação	Ocupação de famílias residindo próximas ao canal.
31		Mela-Mela	205		Famílias habitando área próxima ao canal do Bom Jardim.
32		Pantanal do Parque Santo Amaro	188		Observa-se a existência de famílias ocupando as margens do canal.
33	Parque Presidente Vargas	Canal Presidente Vargas	207	Inundação	Durante a quadra chuvosa poderá haver transbordamento das águas do canal.
34	Canindezinho	Parque São Vicente	53	Inundação	Residências alagadas com o acúmulo de águas pluviais.
35		Parque Jerusalém I, II	690		Famílias ocupam a baixada que recebe águas da sangria do açude Osmani Machado e do rio Maranguapinho.
36		Planalto Canindezinho	182		Famílias habitam área próxima ao rio Maranguapinho.
37	Parque São José	Comunidade dos Canos	229	Inundação	Alto índice de famílias que ocupam as margens do rio Maranguapinho.
38		Parque São José	377		Margens do rio Maranguapinho habitadas.
39		Conjunto Jardim Fluminense	395		Famílias ocupam área próxima ao rio Maranguapinho.

(cont.)

(continuação)

	Bairro/ Cidade	Áreas de risco	Nº de famílias	Tipo de risco	Descrição
40	Siqueira	8 de Dezembro	356	Inundação	Famílias ocupam área próxima ao rio Maranguapinho.
41	Parque São Miguel (Caucaia)	Pq. São Miguel	628	Inundação	Famílias habitam área localizada entre o rio Maranguapinho e o canal do Conjunto Ceará.
42		Frifort			Famílias ocupam extinto Frigorífico Industrial de Fortaleza S. A. (Frifort).
43		Zizi Gavião		Inundação e radiação	Famílias habitam a planície de inundação do canal do Conjunto Ceará e expostas à radiação.
44		Favela Cagece		Inundação	Famílias ocupam área alagável no Parque São Miguel.
45	Pq. das Nações	Pq. das Nações	361	Inundação	Famílias ocupam área alagável no Parque das Nações.
46	Acaracuzinho (Maracanaú)	Vila Vintém	212	Inundação	Famílias habitam em moradias precárias as margens do rio Maranguapinho.
47	Coqueiral	Coqueiral	336	Inundação	Famílias ocupam área alagável próximas ao rio Maranguapinho
48	Novo Oriente	Vila Buriti	342	Inundação e poluição industrial	Famílias habitam loteamento precário confinado entre as margens do riacho Alto Alegre e a ferrovia, além de sofrerem com poluição atmosférica produzida por indústrias do Distrito Industrial.
49	Novo Maranguape (Maranguape)	Novo Maranguape I	122	Inundação	Famílias ocupam loteamento que sofreu intervenções em seu sistema de drenagem e sujeitas a inundação.
	Total de famílias		13.650		

Fonte: Adaptado de Defesa Civil de Fortaleza (2009); Trabalhos de Campo (2009).



Mapa 2. Padrões de uso e ocupação do solo e espaços de risco da bacia hidrográfica do rio Maranguapinho. *Fonte:* Elaborado por Lutiane Almeida, 2009.

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

Dentre os espaços mais atingidos por inundações, de acordo com as defesas civis dos municípios drenados pela bacia hidrográfica do rio Maranguapinho e com a imprensa local, e que devido às problemáticas apresentadas possuem maior representatividade no conjunto de áreas de risco, destacam-se as seguintes comunidades:

- Vila Velha;
 - Ilha Dourada, Alto Jerusalém, Coité;
 - Conjunto São Miguel (Frifort, Zizi Gavião);
 - Chesf;
 - Capim;
 - Genibaú II;
 - Parque Jerusalém, Jardim Fluminense, 8 de Dezembro;
 - Novo Maranguape I.
-
- Comunidade Vila Velha

A comunidade Vila Velha se configura como um conjunto de comunidades de habitação precária, que se formou a partir dos anos 1970, no bairro homônimo e sob influência da expansão de Fortaleza na sua porção oeste, da construção de conjuntos habitacionais, principalmente o Conjunto dos Bancários, e da ocupação de salinas desativadas. A expansão dessas comunidades se deu sobretudo em áreas de forte influência da dinâmica das marés e no âmbito da planície fluvio-marinha dividida pelos rios Ceará e Maranguapinho, recoberta por vegetação de mangue.

Em torno de setecentas famílias convivem com as piores condições de sobrevivência e pobreza – notadamente moradia e infraestrutura precárias –, o que as expõe às consequências das inundações, que se tornam mais desastrosas quando acontecem simultaneamente à ocorrência de marés altas, que dificultam o escoamento das águas pluviais na área de influência do manguezal do rio Ceará, cujo espaço é, teoricamente, protegido por legislação ambiental específica, caso do Código Florestal (figuras 2.32 a 2.35).



Figura 2.32 – A falta de infraestrutura, principalmente coleta de esgoto e lixo, e sistema de drenagem, se apresentam entre os principais problemas da comunidade Vila Velha.

Fonte: Foto do autor, agosto de 2009.



Figura 2.33 – As desigualdades sociais e a segregação socioespacial “empurram” cada vez mais os excluídos do mercado formal de habitação para a ocupação de espaços susceptíveis a riscos, obrigando-os ao uso de aterros e da autoconstrução como formas de adaptação às perversas condições sociais, como é o caso da comunidade Vila Velha.

Fonte: Fotos do autor, agosto de 2009.



Figura 2.34 – Intensa ocupação de habitações precárias no âmbito das planícies fluvio-marinhas do rio Maranguapinho, na comunidade Vila Velha. *Fonte:* Foto do autor, janeiro de 2008.

Figura 2.35 – Sob condições precárias de moradia e infraestrutura, jovens e crianças se configuram entre os grupos sociais mais vulneráveis aos perigos naturais, caso das inundações periódicas. *Fonte:* Foto do autor, comunidade Vila Velha, janeiro de 2008.



Vale ressaltar que, de acordo com a Superintendência Estadual de Meio Ambiente do Ceará (Semace), todo o estuário do rio Ceará (que inclui o estuário do rio Maranguapinho) é considerado área de proteção ambiental (APA), unidade de conservação de uso sustentável, criada por meio do Decreto nº 25.413, de 29 de março de 1999, abrangendo área total de 2.744,89 hectares, nos limites dos municípios de Fortaleza e Caucaia, sendo proibidas a retirada da vegetação e a instalação de qualquer obra civil sem licenciamento ambiental.

- Comunidades Ilha Dourada, Alto Jerusalém, Coité

As comunidades Ilha Dourada, Alto Jerusalém e Coité, localizadas no bairro Quintino Cunha, porção oeste de Fortaleza, fazem parte de um complexo de ocupações clandestinas de habitações precárias em terrenos fortemente sob risco de inundações, já que abrangem o baixo curso do rio Maranguapinho, na sua planície fluviomarina, com intensa influência dos fluxos de maré, com o agravante de se localizarem entre o canal principal do rio Maranguapinho, um afluente canalizado, uma lagoa natural e uma lagoa de tratamento de esgotos desativada que foi invadida pela comunidade Coité.

Quando da ocorrência das chuvas de verão-outono, há intensa frequência de inundações nessas comunidades em decorrência da ocupação de espaços deprimidos e contíguos. A comunidade Ilha Dourada é formada basicamente por famílias cuja renda é oriunda da coleta e venda de materiais recicláveis (Figura 2.36). Pode-se dizer que essa comunidade se configura como um exemplo marcante da precariedade nas formas de sobrevivência, no acesso a serviços e infraestrutura, e ainda uma tênue relação com os riscos, já que se encontra “ilhada” por uma lagoa, pelo rio Maranguapinho e um afluente canalizado. É provável que dessa situação advenha o topônimo da comunidade (Figura 2.37).

Já a comunidade Alto Jerusalém se apresenta como uma fila de moradias precárias confinadas entre um afluente canalizado do rio Maranguapinho e uma lagoa de tratamento de esgotos desativada. Os problemas causados pelas inundações são semelhantes às demais áreas de risco, tanto que os moradores anseiam pela cobertura do canal como alternativa de reduzir as consequências das inundações (Figura 2.38).



Figura 2.36 – A principal atividade de homens e mulheres da comunidade Ilha Dourada é a coleta de material reciclável. *Fonte:* Foto do autor, agosto de 2009.



Figura 2.37 – Moradia precária nas margens do rio Maranguapinho e criança em situação de vulnerabilidade social na comunidade Ilha Dourada. *Fonte:* Foto do autor, agosto de 2009.



Figura 2.38 – Comunidade Alto Jerusalém, localizada em frente a um afluente canalizado do rio Maranguapinho. Convivência tênue com a pobreza, a falta de infraestrutura e os riscos.

Fonte: Foto do autor, agosto de 2009.

A comunidade Coité é formada por aproximadamente quatrocentas famílias que recentemente (2008) ocuparam o espaço de uma lagoa de tratamento de esgotos construída pela Companhia de Água e Esgoto do Ceará (Cagece). Além de toda a problemática envolvida na ocupação de terrenos susceptíveis a inundações, essa comunidade ainda ocupou inadvertidamente as margens e as partes centrais da referida lagoa. Há uma verdadeira luta diária pela construção de moradias e pelo uso de aterros para tentar diminuir o risco da entrada da água nas residências (Figura 2.39).



Figura 2.39 – Moradias ocupando espaço destinado a lagoa de tratamento de esgoto na Comunidade Coité. A construção das moradias, assim como em diversas outras áreas de risco em Fortaleza, se dá por autoconstrução e mutirões realizados entre parentes e/ou vizinhos. *Fonte:* Foto do autor, agosto de 2009.

- Conjunto São Miguel (Frifort, Zizi Gavião)

Localizado no Município de Caucaia, próximo ao limite desse município com Fortaleza, o Conjunto São Miguel tem sofrido descaso frequente do poder público pela indefinição territorial imposta pela sua proximidade aos limites dos dois municípios, dificultando a definição correta de alocação de investimentos em políticas públicas urbanas.

Além disso, trata-se de uma região confinada entre a planície fluvial do rio Maranguapinho e um afluente canalizado desse rio, também chamado de canal do Conjunto Ceará, constituindo uma área com intensos problemas de drenagem que impõem sérias limitações à ocupação. Outro fator agravante dos problemas ligados aos riscos é que o bairro, além de ser povoado majoritariamente por população pobre habitando moradias precárias, é cortado por uma rede elétrica de alta tensão da Companhia Hidroelétrica do São Francisco (Chesf), que promove riscos de contrair câncer aos moradores que invadiram a área de influência da radiação emitida pela rede elétrica.

Dentre os territórios de risco mais susceptíveis às inundações no conjunto São Miguel, destacam-se as comunidades Frifort e Zizi Gavião. A comunidade Frifort é assim denominada em virtude da ocupação do extinto Frigorífico Industrial de Fortaleza S. A. (Frifort), por pelo menos cinquenta famílias desabrigadas em 2001. As moradias foram construídas nos arredores do frigorífico e nos espaços que funcionavam como currais para o gado a ser abatido. Periodicamente, as moradias, além de estruturalmente precárias, são “invadidas” pelas águas de inundação do rio Maranguapinho (figuras 2.40 e 2.41).



Figura 2.40 – Visão geral do extinto Frigorífico Industrial de Fortaleza S. A. (Frifort). Notar a situação precária da estrutura do prédio sob risco de desabamento.
Fonte: Foto do autor, agosto de 2009.



Figura 2.41 – Moradias precárias na comunidade Frifort. *Fonte:* Foto do autor, agosto de 2009.

Já a comunidade Zizi Gavião também ocupa terrenos entre o rio Maranguapinho e seu afluente canalizado. Essa comunidade está entre as de mais precárias condições de sobrevivência na RMF, dadas as suas características socioeconômicas, ausência generalizada de infraestrutura urbana e as péssimas condições de moradia de seus habitantes. Para completar o cenário de pobreza e risco, a comunidade ocupa terrenos de potencial emissão de radiação de linhas de alta tensão da Chesf (figuras 2.42 e 2.43).



Figuras 2.42 e 2.43 – Moradias precárias na comunidade Zizi Gavião e crianças em forte condição de vulnerabilidade. *Fonte:* Fotos do autor, agosto de 2009.

- Comunidade da Chesf

Localizada no bairro Dom Lustosa, pode-se constatar que a comunidade da Chesf é um território de múltiplos riscos e alta vulnerabilidade. A comunidade se encontra na confluência de dois afluentes do rio Maranguapinho, os riachos Cachoeirinha e da Agronomia, espaço fortemente susceptível a inundações periódicas. As condições desse sítio possibilitam defini-lo como de alto risco, já que não necessita de chuvas muito intensas para que as águas invadam aquele espaço e causem prejuízos aos seus habitantes.

Além do risco de inundação, aquela comunidade convive ainda com o risco causado pela radiação potencial emitida pela rede elétrica de alta tensão da Chesf, já que seus habitantes ocupam o espaço de influência da rede,²² fato que também estabelece a toponímia do lugar. Afora isso, a comunidade convive com os riscos causados pelas carências em saneamento ambiental (coleta de esgoto e lixo, rede de drenagem), acessibilidade (ausência de pontes ou pontes precariamente improvisadas) e moradia.

Pelo menos 72 famílias expostas aos múltiplos riscos convivem em condições perversas de pobreza e descaso do poder público, ou seja, estão expostas a riscos sociais, naturais e tecnológicos (figuras 2.44 e 2.45).

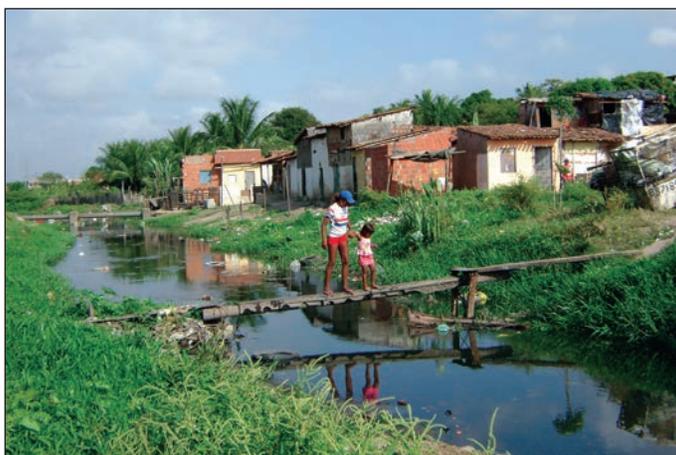


Figura 2.44 – Convivência com os múltiplos riscos e a forte precariedade de infraestrutura e habitação na comunidade da Chesf. *Fonte:* Foto do autor, setembro de 2009.

22. Esse espaço é chamado de faixa de servidão, e é uma área de segurança que restringe a ocupação ao longo de linhas de transmissão de energia elétrica, variando de dez metros de largura para postes de concreto e vinte metros para torres metálicas.

Figura 2.45 – Moradias precárias em espaços susceptíveis a inundações periódicas e aos riscos de emissão de radiação da rede de alta tensão na comunidade da Chesf. Notar a posição da residência no ponto de confluência dos dois rios (e).

Fonte: Foto do autor, setembro de 2009.



- Comunidade do Capim

A comunidade do Capim caracteriza-se como expansão urbana irregular de habitações precárias em planície inundável de um afluente canalizado do rio Maranguapinho, na porção oeste de Fortaleza, no bairro Genibaú. Essa ocupação teve influência, dentre outros fatores, da construção do Conjunto Ceará, ao sul dessa comunidade, e da expansão do aglomerado urbano de Fortaleza para oeste e sudeste.

A esse respeito, houve, com a construção do Conjunto Ceará, a canalização do afluente e a construção de uma lagoa de tratamento de esgotos para o referido conjunto. Como o monitoramento de espaços vazios na cidade é precário e há demanda por habitação popular, tanto as margens do canal quanto o entorno da lagoa de tratamento foram ocupados.

Como periodicamente esses espaços são ocupados pela água do canal durante o período chuvoso de verão-outono, a população tenta diminuir o risco de invasão das águas com a construção de residências cada vez mais altas e a utilização de aterros para crescente incorporação do espaço da planície de inundação do rio. Há, como se pode conferir nas fotografias, um verdadeiro embate por

espaço entre a população e o rio. A construção de palafitas chega a ocupar o leito principal do canal e é frequente notar-se novos aterros para a construção de mais cômodos nas moradias (figuras 2.46 a 2.49).



Figura 2.46 – Moradias precárias “adaptadas” às frequentes inundações através de aterros nos alicerces, na comunidade do Capim. *Fonte:* Foto do autor, agosto de 2009.

Figura 2.47 – Ocupação crescente do leito principal do afluente do rio Maranguapinho por palafitas.

Fonte: Foto do autor, agosto de 2009.



Figura 2.48 – Incremento no uso de aterros para a construção de mais cômodos nas moradias na comunidade do Capim. Pela ausência de ponte, os habitantes do Capim se submetem ao contato com a água poluída do canal. *Fonte:* Foto do autor, agosto de 2009.



Figura 2.49 – Aterros e palafitas na comunidade do Capim. *Fonte:* Foto do autor, agosto de 2009.

Vale frisar que o entorno da lagoa de tratamento vem passando por intensa ocupação, o que pode tanto aumentar o número de residências vulneráveis às inundações quanto incrementar o escoamento superficial em direção ao canal principal, fazendo com que a magnitude das inundações possa se tornar cada vez mais desastrosa para a população ribeirinha.

- Comunidade Genibaú II

A comunidade Genibaú II localiza-se na margem esquerda do rio Maranguapinho no bairro Genibaú e está entre os territórios mais susceptíveis a risco de inundação da RMF. De acordo com a Defesa Civil de Fortaleza, a comunidade apresenta alto índice de ocupação da planície inundável do rio Maranguapinho em seu médio curso, trecho que se caracteriza pela alta ramificação da drenagem majoritariamente canalizada e ocorrência de terrenos deprimidos frequentemente inundados durante a estação chuvosa de verão-outono na região.

Dado que essa comunidade é a mais populosa área de risco da bacia do rio Maranguapinho e da RMF, totalizando 1.516 famílias em condição de alta vulnerabilidade social e físicoespacial, também é a que se encontra entre as que mais demandam auxílio da Defesa Civil quando dos fenômenos de chuva mais intensa. Com sérios problemas de infraestrutura, principalmente saneamento ambiental (coleta de esgoto e lixo, rede de drenagem) e acessibilidade (ausência de ruas calçadas, pontes seguras, etc.), precários serviços públicos de saúde, educação, segurança, além de condições precárias de moradia, é frequente a ocorrência de perdas humanas e materiais durante as inundações nessa comunidade (figuras 2.50 a 2.57).

Nesses eventos de chuva intensa e de inundação, são frequentes os prejuízos materiais diversos, como danos diretos às moradias (desabamentos e rachaduras) que ocupam as margens do rio Maranguapinho em virtude da fragilização do

solo causada pelo solapamento das margens, perdas de mobílias, entre outros. Também são recorrentes, nas inundações mais intensas, as mortes por afogamento – pessoas arrastadas pela correnteza do rio quando se arriscavam em banhos ou ainda ao atravessar as precárias pontes que são danificadas nas inundações. Num evento de precipitação intensa em 2007, uma criança de quatro meses morreu de hipotermia e um homem morreu arrastado pela correnteza do rio Maranguapinho.



Figura 2.50 – Formas de adaptação das moradias ao risco de inundação na comunidade Genibaú II. O uso de aterros e palafitas é recorrente dada a ocupação de sítios inundáveis. *Fonte:* Foto do autor, maio de 2008.



Figura 2.51 – Formas de convivência com as inundações. A população procura proteger da água seus parques bens. *Fonte:* Foto do autor, março de 2009.



Figuras 2.52 e 2.53 – Precárias condições de infraestrutura da comunidade Genibaú II, principalmente no que diz respeito à coleta de lixo e esgoto. Notar as condições de uma escola/creche da comunidade (à esquerda). *Fonte:* Fotos do autor, maio de 2008.



Figura 2.54 e 2.55 – Além da vulnerabilidade às inundações e a precariedade do saneamento, a comunidade Genibaú II convive com graves carências de acessibilidade, com uso de passagens e pontes improvisadas. *Fonte:* Fotos do autor, junho de 2008.



Figura 2.56 – Capa do jornal *Diário do Nordeste* destacando as consequências das fortes chuvas e os problemas causados pelas inundações em 2007. *Fonte:* Jornal *Diário do Nordeste*, 24/2/2007.



Figura 2.57 – “Vitória, de apenas quatro meses, morreu em casa, no *Parque Genibaú*. Os pais deixaram-na em um carrinho sem perceber a existência de uma *goteira*. Quando o Corpo de Bombeiros chegou ao local, por volta das 12 horas, ela já estava morta, vítima de hipotermia (temperatura corporal baixa), de acordo com o Serviço de Verificação de Óbito (SVO). Segundo a mãe do bebê, Miriam da Silva Crispim, ela tinha problemas respiratórios. Miriam diz que trocou a filha de quarto, durante a madrugada, justamente para protegê-la das goteiras e, somente no início da manhã, percebeu que Vitória estava mole e gelada, provavelmente já morta.”. Fonte: *Jornal Diário do Nordeste*, 24/2/2007.

- Parque Jerusalém, Jardim Fluminense, 8 de Dezembro

Parcela considerável dos territórios de risco da bacia do rio Maranguapinho localizam-se no chamado Grande Bom Jardim, já abordado. Trata-se de região que abrange bairros da periferia sudoeste de Fortaleza próximos ao limite com o Município de Maracanaú. Esses bairros apresentam graves problemas socioambientais e possuem majoritariamente péssimos indicadores sociais. Dos territórios de risco delimitados, foram selecionadas para análise mais pormenorizada as comunidades Parque Jerusalém, Jardim Fluminense e 8 de Dezembro.

Essas comunidades apresentam respectivamente 690, 395 e 356 famílias em situação de risco de inundações, totalizando 1.441 famílias com precárias condições de moradia e infraestrutura, ocupando terrenos susceptíveis a inundações e processos erosivos nas margens do rio Maranguapinho e de seu afluente, o riacho Alto Alegre.

No caso específico da comunidade Jardim Fluminense, há o forte agravante de esta se localizar na confluência do rio Maranguapinho com o seu afluente, o riacho Alto Alegre, ocasionando sérios problemas à população quando da ocorrência de inundações, em razão de se tratar de terrenos com alta susceptibilidade a esses fenômenos.

Outros sérios problemas agravam as condições de sobrevivência dessas comunidades. O riacho Alto Alegre encontra-se intensamente poluído pelo lançamento de esgotos domésticos sem tratamento, mas sobretudo pela carga excessiva do criminoso lançamento de efluentes industriais ao cortar a área dos distritos industriais no Município de Maracanaú, como tratado por Almeida (2005).

Existe ainda, em virtude da crescente demanda por material de construção civil ligada à expansão dos bairros periféricos de Fortaleza, a extração clandestina de areia das margens do rio Maranguapinho e do riacho Alto Alegre, agravando os processos de erosão das margens e assoreamento do leito dos rios, contribuindo para o aumento do espaço ocupado pelas águas de inundação.

O problema das inundações é agravado em alguns setores da comunidade Jardim Fluminense em decorrência da construção de moradias entre duas lagoas de tratamento de esgoto e o rio Maranguapinho e riacho Alto Alegre, confinando alguns logradouros e aumentando o risco e as consequências das inundações (figuras 2.58 e 2.59).



Figura 2.58 – Precárias condições de infraestrutura na comunidade Parque Jerusalém. *Fonte:* Foto do autor, janeiro de 2008.



Figura 2.59 – Intensa poluição do riacho Alto Alegre na comunidade Jardim Fluminense. Notar coloração escura da água e o lixo. *Fonte:* Foto do autor, setembro de 2009.

- Novo Maranguape I

Tanto o Município de Maracanaú quanto o de Maranguape apresentam atualmente frentes de expansão urbana, consequência do processo de metropolização da RMF, refletindo naqueles municípios problemas semelhantes aos da capital. No caso específico de Maracanaú, como já expresso, seu crescimento urbano se deu como resultado da instalação de conjuntos habitacionais e distritos industriais, o que promoveu intensa migração e consequente abertura de frentes de expansão urbana, representadas por loteamentos clandestinos e favelas, frequentemente localizados em espaços susceptíveis a riscos de inundação, como é o caso das comunidades Vila Buriti, Vila Vintém e Coqueiral..

O mesmo ocorre no Município de Maranguape, que também passa por expansão urbana e instalação de parques industriais, o que se confronta com as características dominantes daquele município – predominam ainda os espaços

rurais e a manutenção parcial de vegetação pluvionebular nas vertentes úmidas da serra de Maranguape, onde se localizam as principais nascentes do rio Maranguapinho.

A abertura de loteamentos com infraestrutura precária, entretanto, ocorre sem a devida análise das condições geoambientais do sítio urbano de Maranguape, o que “cria” novos riscos (inundações) nas áreas ainda não consolidadas ou urbanizadas, tendo em vista que até há algumas décadas os principais perigos naturais estavam atrelados à ocupação de vertentes íngremes, com supressão de vegetação e o desencadeamento de processos erosivos e movimentos violentos de solo, como é o caso dos deslizamentos.

Em março de 2009, após intensas precipitações nas cabeceiras do rio Maranguapinho, a comunidade Novo Maranguape I (com cerca de 120 famílias) passou por graves problemas de inundação, efeitos das intervenções desastradas do poder público (aterramento de áreas alagáveis, canalização subdimensionada de córregos, construção da rodovia CE 065, aterro para construção do calçamento da rua, deixando-a mais alta do que o nível das residências) e intervenções individuais (barramento de córregos, aterros de áreas alagáveis).

Os prejuízos foram inúmeros e pesados em virtude das condições de pobreza daquela comunidade. De acordo com o jornal *Diário do Nordeste*, pelo menos oitenta famílias foram atingidas pelas inundações, com prejuízos à estrutura das residências, perda de mobília, entre outros, e muitos moradores tiveram que abandonar suas moradias diante do risco (figuras 2.60 a 2.62).



Figura 2.60 – Proprietária de uma moradia atingida indicando a altura que a água alcançou na inundação ocorrida em março de 2009.

Fonte: Foto do autor, setembro de 2009.

Chuva derruba muro de casas

Na Rua irmã Vivência, o nível da lama que invadiu as casas chegou a um altura de um metro e meio

SUNG CASTRO NETO
Repórter

Dois horas de chuva bastaram para alagar, no início da tarde de ontem, várias comunidades do município de Maranguape, onde pelo menos dez famílias tiveram as casas inundadas por lama mais alta superior a um metro e meio. Equipes da Defesa Civil do Estado foram acionadas e registraram as inundações e o deslocamento dos muros de seis casas. Ninguém ficou ferido nas ocorrências, porém, os danos materiais foram incalculáveis.

As margens da Avenida Senador Ailton Furtado (CE-065), a residência da dona-de-casa Rosângela Amorim Araújo foi uma das primeiras a ficar quase submersas por lama. "Por tudo muito rápido. Eu estava deitada com minha filha de um ano e dez meses quando chebi para o chão e vi a água começar a entrar. Logo depois veio um lamaçal e o nível ainda muito rápido. Não deu tempo para tentar salvar nenhum móvel ou eletrodoméstico", lembra.

Por trás da casa de Rosângela, que fica na esquina com a Rua irmã Vivência, há uma barragem paralela, que raras vezes durante a chuva. "Se chover mais forte que hoje (ontem) e essa barragem romper, a força da água pode até derrubar as residências da vizinhança", alerta o cabo Osanam Araújo, da Defesa Civil.

Sem saber onde postaria a noite de ontem, a dona-de-casa



OS MARGENS DA Av. Senador Ailton Furtado, os danos materiais dos moradores foram incalculáveis nos seus bens

lamentaram e contabilizaram as perdas. "Perdi geladeira, televisão, fogão, DVD, celular, móveis e roupas. Não sobrou nada e um dos muros da casa ainda caiu. Na mesma rua de Rocioleira, outros três imóveis tiveram lajas com mais de 1,5m.

Um marido de vitralhos ajudava na limpeza das casas enquanto outras pessoas tentavam limpar e descobrir os carros e boxes de moto para que a água secasse.

A falta de estrutura de drenagem e um muro recém-contratado pela prefeitura de Maranguape são apontados pelos moradores de Rua Humberto Vieira como causadores das inundações do lugar.

Na esquina com a rua de Rocioleira as casas não foram inundadas por lama. "Ficamos tranquilos e aliviados da rua e decaram as casas mais boas. Tem 26 anos que eu moro aqui e isso nunca tinha acontecido", lamentou a pensionista Luiza Martins da Silva.

© Conexão
cristina@diariodonordeste.com.br

Figura 2.61 – Matéria de jornal deu detalhes sobre o desastre ocorrido na comunidade Novo Maranguape. Fonte: Jornal Diário do Nordeste, 30/3/2009.

Figura 2.62 – Matéria de jornal do dia seguinte ao caso, tratou dos prejuízos e como a comunidade estava se recuperando. Fonte: Jornal Diário do Nordeste, 31/3/2009.

NOVO MARANGUAPE

Moradores avaliam prejuízos das chuvas

Muros foram derrubados, casas ficaram alagadas, moradores perderam móveis e eletrodomésticos

MANOEL BEZIN
Repórter

Maranguape, a chuva registrada no último domingo, com os pontos máximos na manhã de ontem, causaram milhares em danos aos moradores da Rua Humberto Vieira, no bairro Novo Maranguape. As casas que ficam imediatamente abaixo do muro foram completamente alagadas. As paredes mostraram a marca de nível da lama, chegando a atingir 1,7 metros de altura.

Um único comportamento dos imóveis, entre outras e lama. A tarefa mais complicada era retirar o que resta recuperado pelas famílias. Moradores das residências ocupadas com a limpeza de roupas, roupas sujas e lama dos quartos e alvarios e que haviam perdido o sono. O sono mesmo e desleixo era geral. Alguns não podiam dormir. Há momentos que pode mais uma vez alagar as residências.

Uma mãe e da comissária Maria Gabriela Silva, 30 anos, e seu filho Caio, 5. Com a chuva, eles passaram a noite de domingo na casa de uma amiga. Ao retornarem para a antiga residência na manhã de ontem, verificaram o estrago. "Eu me lembro com ele e não sei como entrou em casa e em pouco tempo tudo ficou alagado. Tudo sóbri muito rápido", conta,

MARIA GABRIELA SILVA e seu filho Caio, moradores da Rua Humberto Vieira, em Novo Maranguape, perdem móveis e geladeira após o alagamento em 30/3/2009

Onem, Manoel viveu a sua casa para verificar os estragos. Ele conta que no início da manhã o nível da Prefeitura de Maranguape no local para receber todos os móveis que ficaram danificados. "Há as galinhas que a gente cria no quintal. Ficamos só com as roupas do corpo. Minha mãe não tem mais condições de morar aqui e tem que sair", disse sem saber ainda onde será sua próxima residência. A proprietária do imóvel, Luiza Martins, lembra que fez muito sacrifício para adquirir o imóvel e vê-lo ser destruído pela força da chuva "é um sonho".

"Pelo menos recuperou os documentos da minha documentação, eles ainda não sabem o prejuízo real das chuvas. Ainda sabendo o que pode ser recuperado. Entretanto isso, moradores temem que as próximas chuvas ocasionem mais estragos e prejuízos. Para amenizar o sofrimento, a Prefeitura oferece a entrega de uma solução que eles encontram a "recuperar à Des".

ENQUÊSTE
Quais os prejuízos causados pela chuva?

Manoel Bezin
25 ANOS
Av. de produção

50 salvou os documentos da documentação de minha mãe. Ela ainda vai dar entrada para receber o benefício.

Estela de Souza
Dona-de-casa

Quando no sabão da Esclaria vim ajudar a minha mãe. Ela levou a roupa para ser lavada e algumas coisas foram perdidas.

Luiza Freitas Domingos
38 ANOS
Dona-de-casa

Não tenho condições de ficar mais nessa casa e vai a chuva levar tudo o que restou. É muito sofrimento.

© Conexão
reportagem@diariodonordeste.com.br

2.3.4 Inundações urbanas no rio Maranguapinho: episódio de 29 de janeiro de 2004

O ano de 2004 teve o mês de janeiro mais chuvoso desde 1974, quando a Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (Funceme) iniciou a medição dos índices de precipitação em Fortaleza. Em 2004 apresentou uma precipitação total de 1.991,10 mm, dos quais mais de 500 mm foram registrados só no mês de janeiro, quando a média histórica para esse mês é 124 mm.

O gráfico a seguir (Figura 2.63) demonstra a quantidade de precipitação para o mês de janeiro de 2004, e destaca, para o dia 29, um dos maiores eventos pluviométricos da história de Fortaleza, quando houve registro de 250 mm²³ de chuva medidos no período de registro meteorológico padrão de 24 horas (das 7h às 7h). 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 janeiro. De acordo com a Funceme, das 7 horas do dia 26 até às 16 horas do dia 27 de janeiro, já havia chovido 142,2 mm. Tal fato contribuiu ainda mais para o agravamento dos problemas causados pela intensa precipitação do dia 29 de janeiro.

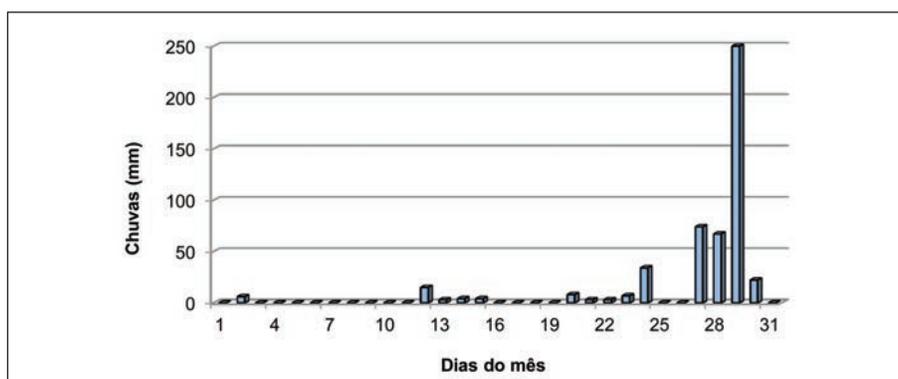


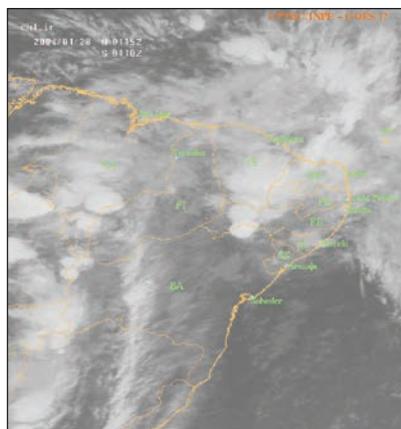
Figura 2.63 – Pluviosidade do mês de janeiro de 2004, destacando o episódio do dia 29.
Fonte: Funceme (2004); extraído de Zanella & Mello (2006).

De acordo com as imagens do satélite Meteosat (Figura 2.64), que registraram as condições do tempo dos dias 27-29 de janeiro de 2004, é possível vislumbrar

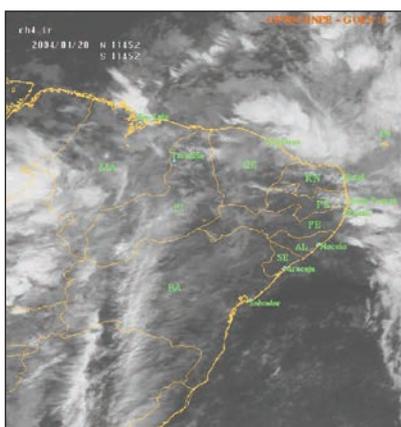
23. Em 24 de abril de 1997, houve registro de 270 mm ininterruptos e por período superior a 24 horas. Das 7h às 7h houve o registro de 180 mm naquele episódio de precipitação intensa.

os diversos sistemas atmosféricos responsáveis pela precipitação no período. De acordo com Zanella & Mello (2006),

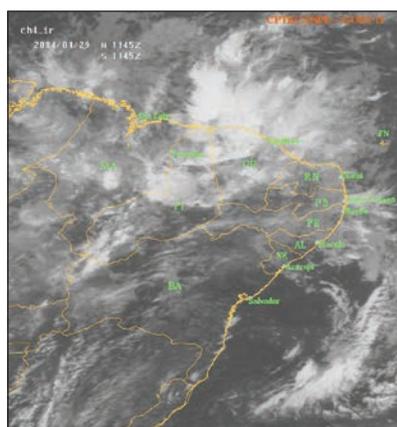
As Repercussões das Frentes Frias (RFF) associadas à formação de um Vórtice Ciclônico de Altos Níveis (VCAN), provocaram índices pluviométricos importantes para os dias 27 e 28/1. No dia 29, a influência do VCAN, associado à Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), que se deslocou para o Sul causaram índices pluviométricos elevados, não registrados desde o ano de 1974, quando iniciaram os registros da estação meteorológica localizada na Funceme. (Zanella & Mello, 2006, p.2002)



a



b



c

Figura 2.64 – a) Imagem meteorológica do dia 27/1/2004. b) Imagem meteorológica do dia 28/1/2004. c) Imagem meteorológica do dia 29/1/2004. Fonte: Inpe, extraído de Zanella & Mello, 2006.



Figura 2.67 – O temporal de 250 mm em 24 horas recebeu destaque da imprensa de Fortaleza. Fonte: Jornal *O Povo*, 30/1/2004.

Figura 2.68 – O jornal *O Povo* deu destaque às áreas de risco mais atingidas na periferia de Fortaleza. Dentre as áreas drenadas pela bacia do rio Maranguapinho, as mais atingidas foram as comunidades do Frifort, Zizi Gavião, Genibaú e Jardim Fluminense. Fonte: Jornal *O Povo*, 30/1/2004.



Esse 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 Forta-

leza apresenta. De acordo com dados da Defesa Civil de Fortaleza e da imprensa escrita local, notadamente o jornal *O Povo* (Figuras 2.65 a 2.67), foram 25 bairros atingidos, totalizando 19.173 pessoas (2.577 famílias) afetadas pelo episódio do dia 29 de janeiro de 2004.²⁴

Dentre os 25 bairros mais atingidos, 28% das ocorrências registradas pela Defesa Civil de Fortaleza (38 ocorrências de um total de 133) foram realizadas por bairros drenados pela bacia do rio Maranguapinho. Destacam-se os bairros de Antônio Bezerra (6%), Genibaú (5%), Bom Jardim (5%), Autran Nunes (3%), Quintino Cunha (2%), Bela Vista (2%), Jardim Iracema (2%), Parque Santa Rosa (2%) e Henrique Jorge (1%).

Além disso, praticamente a totalidade das famílias desabrigadas ou desalojadas durante o evento habitavam áreas de risco de inundação e de deslizamento de terra. No caso da bacia do rio Maranguapinho, as áreas de risco mais afetadas foram as do Conjunto São Miguel (Frifort e Zizi Gavião), Jardim Fluminense, Genibaú. Já o deslizamento de terra ocorreu na comunidade Castelo Encantado, no Mucuripe, deixando casas soterradas e a comunidade sem energia elétrica (Figura 2.68).

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 intrafegáveis 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.

Além de 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.

24. 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.

3

ÍNDICE DE VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAL (IVSA)

O conceito de vulnerabilidade, como já foi dito, é deveras complexo e multifacetado, e diversos autores, dentre os quais Vogel & O'Brien (2004), citados por Birkmann (2006), destacam o fato de que a vulnerabilidade é:

- *multidimensional e diferencial* – varia através do espaço físico e entre e dentro de grupos sociais;
- *dependente da escala* – com relação ao tempo, espaço e unidades de análise, tais como individual, familiar, região, sistema; e
- *dinâmica* – as características e as forças motrizes da vulnerabilidade mudam a todo tempo.

Por essa razão, muito já se discutiu sobre as dificuldades de se operacionalizar, mensurar e representar esse conceito. Houve, entretanto, nas últimas décadas, significativos avanços no que se chama ciência da vulnerabilidade referentes à sua operacionalização e seu uso na definição de espaços diferenciados quanto às condições sociais e à susceptibilidade de determinados grupos sociais aos perigos naturais. Birkmann (2006) fornece uma visão geral das diferentes esferas teóricas do conceito de vulnerabilidade sem pretensão de detalhamento.

Cutter & Finch (2008) distinguem, apesar de algum consenso recente advindo com os avanços nas discussões teóricas, conceituais e metodológicas, duas comunidades atuantes na ciência da vulnerabilidade: a *human-environmental research* e a *risk-hazards*.

A primeira aborda enfática e sistemicamente os processos ambientais em escala global, especialmente as mudanças climáticas e seus impactos do local ao global (Kasperson et al., 2005; Turner et al., 2003); já a vertente *risk-hazards* produz pesquisas sobre os perigos naturais e desastres e suas correlações com a vulnerabilidade e resiliência, tendo sido incorporadas na gestão de emergências e na mitigação dos perigos (Blaikie et al., 1994; Bankoff, Frerks & Hilhorst, 2004; Pelling, 2003; Vale & Campanella, 2005). Pode-se dizer também que a primeira vertente enfatiza as relações ambientais na configuração de espaços vulneráveis e a segunda aborda com maior propriedade aspectos sociais na formação de grupos sociais vulneráveis e espacialmente segregados.

Os modelos teóricos a seguir (figuras 3.1 e 3.2) são exemplos de como cada abordagem estrutura o conceito de vulnerabilidade. Há consenso entre as duas vertentes quanto à composição do conceito, que é direcionada pelos elementos *exposição*, *susceptibilidade* e *resposta* (capacidade de resposta ou resiliência), e isso requer medições e representações com base nas duas vertentes de pesquisa, a ambiental e a social, pois se complementam.

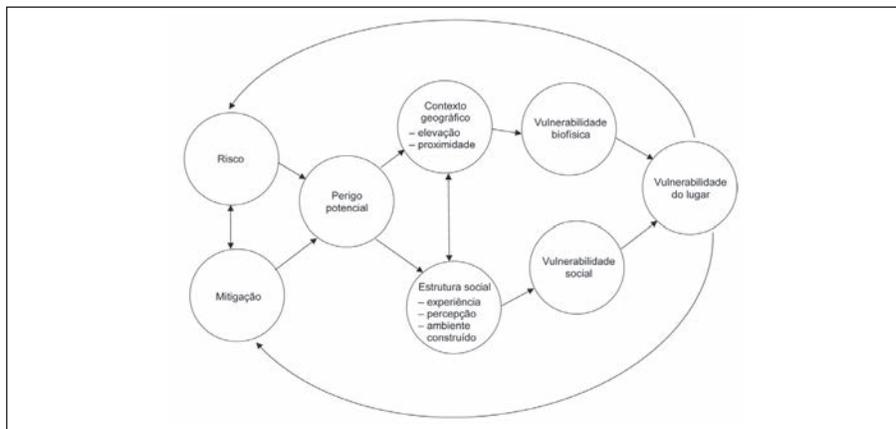


Figura 3.1 – Modelo de vulnerabilidade Perigos do Lugar (*Hazards-of-Place*). Fonte: Adaptado de Cutter (1996); por Almeida (2009).

Tratando das abordagens semiquantitativas que integram fatores de vulnerabilidade e elementos vulneráveis, D'Ercole (1994) considera que esta perspectiva de análise da vulnerabilidade pode resultar numa hierarquização social e/ou espacial dos elementos expostos (os habitantes de uma cidade, os seus bens ou suas atividades), cujo principal objetivo é a *elaboração de mapas de vulnerabilidade*, tais como os trabalhos de Chardon (1996) e mais recentemente, Cutter & Finch (2008).

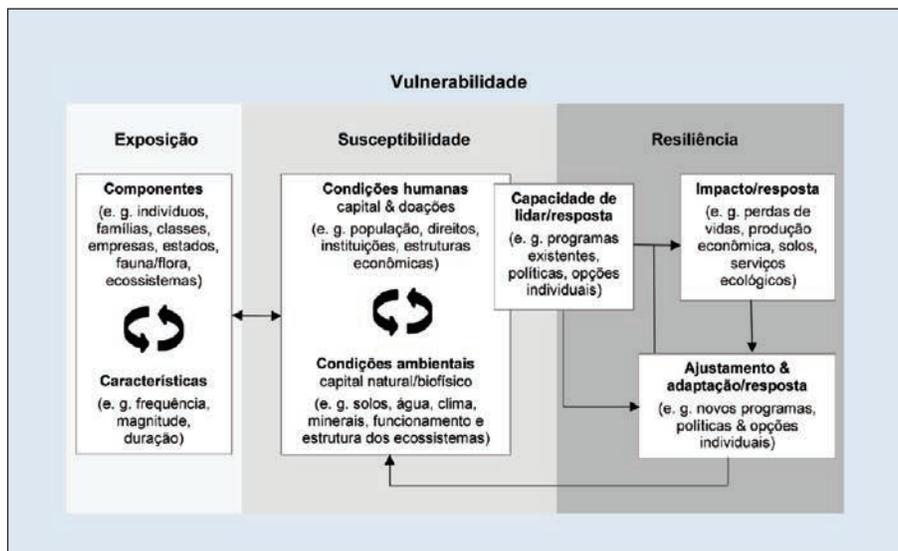


Figura 3.2 – Modelo estrutural da vulnerabilidade e detalhe para seus elementos constituintes. *Fonte:* Adaptado de Turner et al. (2003), por Almeida (2009).

Nos trabalhos de Cutter & Finch (2008), Turner et al. (2003) e Birkmann & Wisner (2006), é possível vislumbrar uma parcela considerável de pesquisas realizadas com o propósito de operacionalizar o conceito de vulnerabilidade, principalmente visando à sua mensuração¹ e à hierarquização espacial.

Para Birkmann (2006), as abordagens atuais utilizadas para mensurar a vulnerabilidade frequentemente carecem de procedimentos de desenvolvimento sistemáticos, transparentes e compreensíveis. A habilidade para mensurar a vulnerabilidade é um prerequisite essencial para a redução dos riscos de desastres, mas requer uma habilidade para, ao mesmo tempo, identificar e melhor entender exatamente quais são as diversas vulnerabilidades aos perigos de origem natural que determinam a maior parte dos riscos.

Dessa forma, as abordagens discutidas sob a égide do *measuring vulnerability* incluem indicadores quantitativos, critérios qualitativos, assim como metodologias mais amplas de avaliação, tais como estimar aspectos institucionais da vulnerabilidade. A grande complexidade do conceito de vulnerabilidade requer uma “redução” na quantidade de dados coletáveis, para um conjunto de indica-

1. É importante destacar que a expressão “mensurar vulnerabilidade” não abrange unicamente métodos quantitativos, mas também busca discutir e desenvolver todos os tipos de metodologias capazes de traduzir o abstrato conceito de vulnerabilidade, em ferramentas práticas para aplicação no campo (Birkmann, 2006, p.55).

dores e critérios relevantes, a fim de facilitar uma avaliação ou estimação exequível da vulnerabilidade (Birkmann, 2006).

No que concerne à necessidade de ferramentas para a produção de indicadores, índices e critérios de avaliação da vulnerabilidade, Birkmann (2006, p.58) define um indicador de vulnerabilidade aos perigos de origem natural como uma variável que é uma representação operacional de uma característica ou qualidade de um sistema capaz de prover informação que considere a susceptibilidade, a capacidade de lidar e a resiliência de um sistema a um impacto de um (embora não muito bem definido) evento atrelado a um perigo de origem natural.

Ainda segundo o mesmo autor, para a elaboração de indicadores, é condição *sine qua non* a definição de variáveis (e suas bases de dados), seguida da informação processada e elaboração de indicadores (regida pelo objetivo geral do índice), finalizando com a conformação de índices agregados. A qualidade do indicador é determinada por sua capacidade de indicar as características de um sistema que é relevante para sublinhar o interesse determinado pelo objetivo do índice.

Recentemente, no relatório final da Conferência Mundial sobre a Redução dos Desastres (World Conference on Disaster Reduction – WCDR), realizada em Kobe, Japão, a comunidade internacional destacou a necessidade de desenvolver indicadores de vulnerabilidade:

Preparar sistemas de indicadores del riesgo de desastre y de la vulnerabilidad a nivel nacional y subnacional que les permitan a las autoridades responsables analizar el impacto de los desastres en las condiciones sociales, económicas y ambientales, y divulgar los resultados entre las autoridades responsables, la ciudadanía y las poblaciones expuestas. (UN/ISDR, 2005, p.7)²

No Brasil, é crescente o número de pesquisas que tratam da hierarquização espacial e da elaboração de índices de vulnerabilidade, procurando avaliar as desigualdades sociais e ambientais e reduzir os riscos atrelados a eventos naturais e tecnológicos. Cita-se como exemplo o Índice Paulista de Vulnerabilidade Social, elaborado pela Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados do Estado de São Paulo (Seade) (Seade, 2008). Outros exemplos brasileiros que valem como referência são os de Deschamps (2004), Cunha (2006) e Dantas & Costa (2009).

2. “Desenvolver sistemas de indicadores de risco de desastres e vulnerabilidade em níveis nacionais e subnacionais que permitam às autoridades responsáveis analisar o impacto dos desastres na vida social, econômica e ambiental, e apresentar os resultados entre as autoridades responsáveis, o público e as populações expostas.”

Para efeito de viabilidade operacional do conceito de vulnerabilidade, dadas as suas complexidade e multidimensionalidade, e na tentativa de traduzir padrões socioespaciais na distribuição dos riscos atrelados às inundações na bacia hidrográfica do rio Maranguapinho e a constatação de coincidências geográficas e superposição de riscos sociais e ambientais em lugares comuns, propôs-se limitar a análise aos elementos de exposição ao perigo de inundações (Vulnerabilidade Físicoespacial às Inundações), dada a relevância desse fenômeno quanto à sua magnitude e frequência na área estudada, e a susceptibilidade (condicionantes socioespaciais) aos perigos naturais (vulnerabilidade social), em função das perversas condições de desigualdade socioespacial.

Vale ressaltar que, em geral, há uma frequente coincidência entre os espaços susceptíveis a processos naturais perigosos, como é o caso das inundações – processo natural atrelado à dinâmica dos rios e suas bacias hidrográficas –, e os espaços da cidade que apresentam os piores indicadores sociais, econômicos e de acesso a serviços e infraestrutura urbana; ou seja, aquelas comunidades com menos acesso a recursos ocupam os espaços de risco da cidade.

Assim, para a definição de espaços onde ocorrem superposição de riscos e vulnerabilidades, utilizou-se a elaboração do Índice de Vulnerabilidade Socioambiental (IVSA) da bacia do rio Maranguapinho, e de sua respectiva representação espacial (Mapa 5). A elaboração do IVSA se dará pela elaboração e sobreposição de dois outros índices e suas respectivas representações espaciais (mapas 3 e 4): o Índice de Vulnerabilidade Social (IVS) e o Índice de Vulnerabilidade Físicoespacial às Inundações (IVFI).

A esse respeito, Cutter et al. (2003) encaram a *condição de vulnerabilidade* com base em *três princípios* que devem ser levados em conta quando de sua operacionalização em pesquisa: o primeiro é a identificação das condições que fazem com que as pessoas ou lugares sejam vulneráveis a eventos naturais extremos, um modelo de *exposição*; o segundo é a suposição de que a vulnerabilidade é uma condição social, uma medida da resistência ou *resiliência social* aos perigos; e o terceiro, é que há *integração* da *exposição potencial* e da *resiliência social* com *lugares e regiões* específicos.

Nesse caso, a proposta de análise, mensuração e hierarquização da vulnerabilidade proposta aqui corrobora a perspectiva de Cutter et al. (2003), pois esta pesquisa visa a hierarquizar e espacializar a *exposição* aos riscos de inundação, as *condições sociais* (resiliência social) e de que forma esses parâmetros se integram e se encontram no *espaço* da bacia hidrográfica do rio Maranguapinho.

Nesse contexto, as perguntas-chave *quem, o que e onde é vulnerável?; vulnerável a quê?; quem quer saber e por quê?; e quais circunstâncias e contexto formam o*

cotidiano dos afetados? são questões que podem guiar tanto a operacionalização de métodos de pesquisa quanto funcionam como horizontes na formulação de políticas da gestão de risco (Birkmann & Wisner, 2006; Turner et al., 2003; Marandola Jr., 2009).

A definição de espaços onde ocorre coincidência entre vulnerabilidade física (exposição) e vulnerabilidade social (susceptibilidade), respondendo em parte (já que não se trata aqui de um estudo específico de gestão de risco, mas de avaliação de risco) às perguntas-chave anteriores, se deu pela hierarquização e comparação entre os diversos espaços vulneráveis mediante a produção de índices e de suas respectivas representações espaciais (mapas).

Tanto os índices quanto os mapas foram produzidos com o uso de variados programas de geoprocessamento e uso de Sistemas de Informação Geográfica (SIG), com a associação de bases de dados e sobreposições de informações georreferenciadas, possibilitando identificação de espaços onde acontece coincidência entre vulnerabilidade física e social e, portanto, de maior vulnerabilidade socioambiental.

3.1 Índice de Vulnerabilidade Social (IVS). Susceptibilidade e capacidade de resposta

De acordo com Mitchell (1989), a vulnerabilidade reflete um potencial para a perda. Dessa forma, a vulnerabilidade das sociedades e dos lugares é “produzida” com suporte em dois elementos: as *condições sociais* e o *risco de exposição*.

Para muitos autores, avaliar a vulnerabilidade social de um grupo de indivíduos significa avaliar a *susceptibilidade* e, de forma indireta, a *capacidade de resposta aos perigos naturais* (Cutter et al., 2003; Cutter & Finch, 2008). Davis (1994) acrescenta que avaliação da vulnerabilidade social é um diagnóstico que identifica quem está em risco, em risco de que e em qual localização. Tal diagnóstico tende para o estágio seguinte, que é a gestão de risco que inclui medidas de previsão, prevenção, proteção e mitigação.³

As vulnerabilidades socialmente criadas, entretanto, em geral são ignoradas, sobretudo em função da dificuldade em quantificá-las, explicando assim a histó-

3. “Social vulnerability assessment is diagnostic. It identifies who is at risk, from what and in what location. It tends towards the next stage which concerns protective planning and embraces both preparedness and mitigation measures” [Avaliação da vulnerabilidade social é diagnóstico. Ela identifica quem está em risco, pelo que e em que local. Ela tende para a próxima fase, que diz respeito ao planejamento da proteção e envolve tanto a preparação quanto medidas de mitigação] (Davis, 1994, p.13).

rica ausência do tema das perdas sociais nos relatórios de estimação dos custos/perdas no pós-desastre (Cutter et al., 2003). A vulnerabilidade social é constituída por desigualdades sociais e espaciais, e, em virtude dessa característica, tornam-se imprescindíveis a avaliação e a comparação das vulnerabilidades entre os diversos espaços.

Os indicadores sociais são desenvolvidos desde meados da década de 1960, num contexto de ebulição social, dados os movimentos por direitos civis; mas foi com o advento da ciência da sustentabilidade que as pesquisas sobre indicadores de qualidade de vida experimentaram um importante renascimento (Cutter et al., 2003).

Para a criação de indicadores de vulnerabilidade social, é imprescindível elencar uma série de fatores ou variáveis. Há consenso na comunidade de pesquisadores das Ciências Sociais de que alguns fatores influenciam diretamente a vulnerabilidade social. *Status* ou classe social, etnia, gênero, incapacidades (e. g., motoras), faixa etária, são algumas das variáveis mais utilizadas na literatura das Ciências Sociais que denotam condições de desvantagem social. No Quadro 3.1, há um elenco de características, as mais utilizadas na literatura, que influenciam a vulnerabilidade social e vão além das características clássicas já citadas.

Quadro 3.1 – Variáveis e critérios de mensuração da vulnerabilidade social

Variáveis	Descrição	Aumento (+) ou diminuição (-) da vulnerabilidade social
<i>Status</i> socioeconômico (renda, poder político, prestígio)	A habilidade de absorver perdas e realçar a resiliência aos impactos dos perigos. A riqueza permite às comunidades absorver e se recuperar das perdas mais rapidamente devido ao seguro, redes de segurança sociais e programas do direito. <i>Fonte:</i> Cutter, Mitchell & Scott (2000); Burton, Kates & White (1993); Blaikie et al. (1994); Peacock, Morrow & Gladwin (1997; 2000); Hewitt (1997); Puente (1999) e Platt (1999).	Alto <i>status</i> (+/-) Baixa renda ou <i>status</i> (+)
Gênero	As mulheres podem ter períodos de maior dificuldade durante a recuperação do que os homens, frequentemente devido ao setor-emprego específico, mais baixos salários e responsabilidades do cuidado da família. <i>Fonte:</i> Blaikie et al. (1994); Enarson & Morrow (1998); Enarson & Scanlon (1999); Morrow & Phillips (1999); Fothergill (1996); Peacock, Morrow & Gladwin (1997; 2000); Hewitt (1997) e Cutter (1996).	Gênero (+)

(cont.)

(continuação)

Variáveis	Descrição	Aumento (+) ou diminuição (-) da vulnerabilidade social
Raça e etnia	Imposição da língua e as barreiras culturais que afetam o acesso ao financiamento de pós-desastre e localizações residenciais em áreas de perigo elevado. <i>Fonte:</i> Pulido (2000); Peacock, Morrow & Gladwin (1997; 2000); Bolin & Stanford (1998) e Bolin (1993).	Não-brancos (+) Não-anglos (+)
Faixa etária	Idades extremas afetam ou dificultam quando dos momentos de evacuação de áreas sob eventos perigosos. Os pais perdem tempo e dinheiro quando as creches são afetadas; os idosos têm a mobilidade comprometida ou as dificuldades de mobilidade aumentam o peso dos cuidados, diminuindo a resiliência. <i>Fonte:</i> Cutter, Mitchell & Scott (2000); O'Brien & Mileti (1992); Hewitt (1997) e Ngo (2001).	Idosos (+) Crianças (+)
Desenvolvimento industrial e comercial	O valor, qualidade e densidade das construções comerciais e industriais fornecem um indicador do estado da saúde econômica de uma comunidade, potencial de perdas na comunidade empresarial e gastos de longo prazo com recuperação após um evento. <i>Fonte:</i> Heinz Center for Science, Economics, and the Environment (2000) e Webb, Tierney & Dahlhamer (2000).	Alta densidade (+) Alto valor (+/-)
Perda do emprego	A perda potencial de emprego que segue um desastre agrava o número de trabalhadores desempregados em uma comunidade, contribuindo para uma recuperação mais lenta do desastre. <i>Fonte:</i> Mileti (1999).	Perda do emprego (+)
Rural/urbano	Os habitantes de zonas rurais podem ser mais vulneráveis em razão da mais baixa renda e maior dependência na extração de recursos baseada nas economias locais (por exemplo, agricultura, pesca). As áreas de maior densidade (urbanas) dificultam a evacuação no momento de ocorrência de eventos perigosos. <i>Fonte:</i> Cutter, Mitchell & Scott (2000); Cova & Church (1997) e Mitchell (1999).	Rural (+) Urbano (+)
Propriedade residencial	O valor, qualidade e a densidade das construções residenciais afetam o potencial de perdas e de recuperação. Residências caras construídas nas zonas litorâneas custam mais para reconstruir; residências móveis (e. g., <i>trailers</i>) são facilmente destruídas e menos resilientes aos perigos. <i>Fonte:</i> Heinz Center for Science, Economics, and the Environment (2000); Cutter, Mitchell & Scott (2000) e Bolin & Stanford (1991).	Residências móveis (e. g., <i>trailers</i>) (+)

(cont.)

(continuação)

Variáveis	Descrição	Aumento (+) ou diminuição (-) da vulnerabilidade social
Infraestrutura e segurança	Perda de sistemas de esgotos, pontes, água, comunicações e infraestrutura de transporte compõem o potencial de perdas por um desastre. A perda de infraestrutura pode estabelecer um peso financeiro intransponível sobre pequenas comunidades em que há carência de recursos financeiros para a reconstrução. <i>Fonte:</i> Heinz Center for Science, Economics, and the Environment (2000) e Platt (1995).	Infraestrutura de base (+)
Inquilinos	Pessoas que alugam imóveis o fazem porque são residentes temporários ou não têm recursos financeiros para adquirir imóvel próprio. Eles frequentemente carecem de acesso à informação sobre ajuda financeira durante a recuperação. Em casos mais extremos, os inquilinos possuem pouca opção de abrigo quando alojamentos se tornam inabitáveis ou são muito caros para os seus recursos. <i>Fonte:</i> Heinz Center for Science, Economics, and the Environment (2000) e Morrow (1999).	Inquilinos (+)
Ocupação	Algumas ocupações, especialmente aquelas que envolvem extração de recursos, podem ser severamente atingidas por um evento perigoso. O pescador independente sofre quando seus meios de produção são perdidos e não tem o capital suficiente para recomeçar o trabalho em tempo oportuno, e assim procurará trabalho alternativo. Aqueles trabalhadores emigrantes atrelados à agricultura e em trabalhos que requerem pouca qualificação (tarefas domésticas, jardinagem) podem igualmente sofrer em função da diminuição do rendimento líquido e do declínio da necessidade de serviços. A imigração também afeta a recuperação ocupacional. <i>Fonte:</i> Heinz Center for Science, Economics, and the Environment (2000); Hewitt (1997) e Puente (1999).	Profissional qualificado ou administrador (-) Empregado de escritório ou trabalhador braçal (+) Trabalhador do setor de serviços (+)
Estrutura familiar	Famílias com grande número de dependentes ou com apenas um chefe de família, frequentemente têm finanças limitadas para cuidar dos dependentes, e assim devem dividir o trabalho de cuidar desses dependentes com outros membros da família. Tudo isso afeta a resiliência e a recuperação dos perigos. <i>Fonte:</i> Blaikie et al. (1994); Morrow (1999); Heinz Center for Science, Economics, and the Environment (2000) e Puente (1999).	Taxas elevadas de natalidade (+) Famílias numerosas (+) Famílias chefiadas por apenas uma pessoa (+)

(cont.)

(continuação)

Variáveis	Descrição	Aumento (+) ou diminuição (-) da vulnerabilidade social
Educação	A educação está ligada ao <i>status</i> socioeconômico; quanto maior o tempo de estudos, maior é o ganho em expectativa de vida; pouca educação limita a habilidade de compreender avisos de advertência ou alarmes, e acessar informações de recuperação. <i>Fonte:</i> Heinz Center for Science, Economics, and the Environment (2000).	Pouca educação (+) Elevada educação (-)
Crescimento demográfico	As regiões que experimentam rápido crescimento têm fortes carências de moradias de qualidade, e as redes de serviços sociais podem não ter tido tempo suficiente para se ajustar ao aumento da população. Novos migrantes podem não falar o idioma local e não estar familiarizados com a burocracia para a obtenção de informações sobre assistência e recuperação, os quais aumentam a vulnerabilidade. <i>Fonte:</i> Heinz Center for Science, Economics, and the Environment (2000); Cutter, Mitchell & Scott (2000); Morrow (1999) e Puente (1999).	Crescimento demográfico rápido (+)
Serviços médicos	Fornecedores de serviços de saúde, incluindo médicos, lares de idosos, e os hospitais, são fontes importantes de assistência pós-evento. A falta de serviços médicos imediatos prolongará a assistência e recuperação a longo prazo dos desastres. <i>Fonte:</i> Heinz Center for Science, Economics, and the Environment (2000); Morrow (1999) e Hewitt (1997).	Densidade elevada de serviço médico (-)
Dependência social	Pessoas totalmente dependentes de assistência social para sobreviver são econômica e socialmente marginalizadas e requerem auxílio adicional no período pós-desastre. <i>Fonte:</i> Morrow (1999); Heinz Center for Science, Economics, and the Environment (2000); Drabek (1996) e Hewitt (2000).	Dependência elevada (+) Baixa dependência (-)
População com necessidades especiais	População com necessidades especiais (doentes, institucionalizados, transeuntes, desabrigados), pelo fato de ser de difícil identificação e mensuração, é desproporcionalmente afetada durante os desastres e, por causa de sua “invisibilidade” nas comunidades, na maioria das vezes é ignorada durante a recuperação. <i>Fonte:</i> Morrow (1999) e Tobin & Ollenburger (1993).	Grande contingente de população com necessidades especiais (+)

Fonte: Adaptado de Cutter, Boruff & Shirley (2003), por Lutiane Almeida (2009).

3.1.1 Metodologia

a) Seleção das variáveis e delimitação dos setores censitários

Para avaliar as vulnerabilidades sociais da bacia hidrográfica do rio Maranguapinho e em seguida, elaborar uma proposta de índice, dados socioeconômicos foram coletados do Censo 2000 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), cuja menor unidade de análise é o *setor censitário*. Utilizando os limites da bacia hidrográfica do rio Maranguapinho, através do programa de SIG e geoprocessamento ArcGIS 9.2, pôde-se delimitar os setores censitários⁴ localizados no âmbito da bacia.

São 934 setores censitários distribuídos nos municípios de Fortaleza, Maracanaú, Maranguape e Caucaia, inclusos na bacia hidrográfica do rio Maranguapinho (Figura 3.3).

Para a elaboração do Índice de Vulnerabilidade Social (IVS), foram selecionadas variáveis específicas da pesquisa do Censo 2000 do IBGE, de acordo com critérios metodológicos da pesquisa (variáveis que caracterizassem amplas dimensões de vulnerabilidades e desvantagens sociais e que correspondessem a fatores recorrentemente utilizados pelas Ciências Sociais para estudos semelhantes).

Originalmente, foram selecionadas 59 variáveis, que, após a compilação, resultaram em 21 variáveis, já que algumas variáveis da pesquisa foram elaboradas com base na junção de duas ou mais variáveis do Censo 2000 (Quadro 3.2).

4. Os *shapes* dos setores censitários da Região Metropolitana de Fortaleza foram extraídos da página da Internet do Centro de Estudos da Metrópole (CEM): <<http://www.centrodame.tropole.org.br/mc/>>. Os referidos *shapes* foram elaborados para a pesquisa “Assentamentos precários no Brasil urbano” (Brasil, 2008).

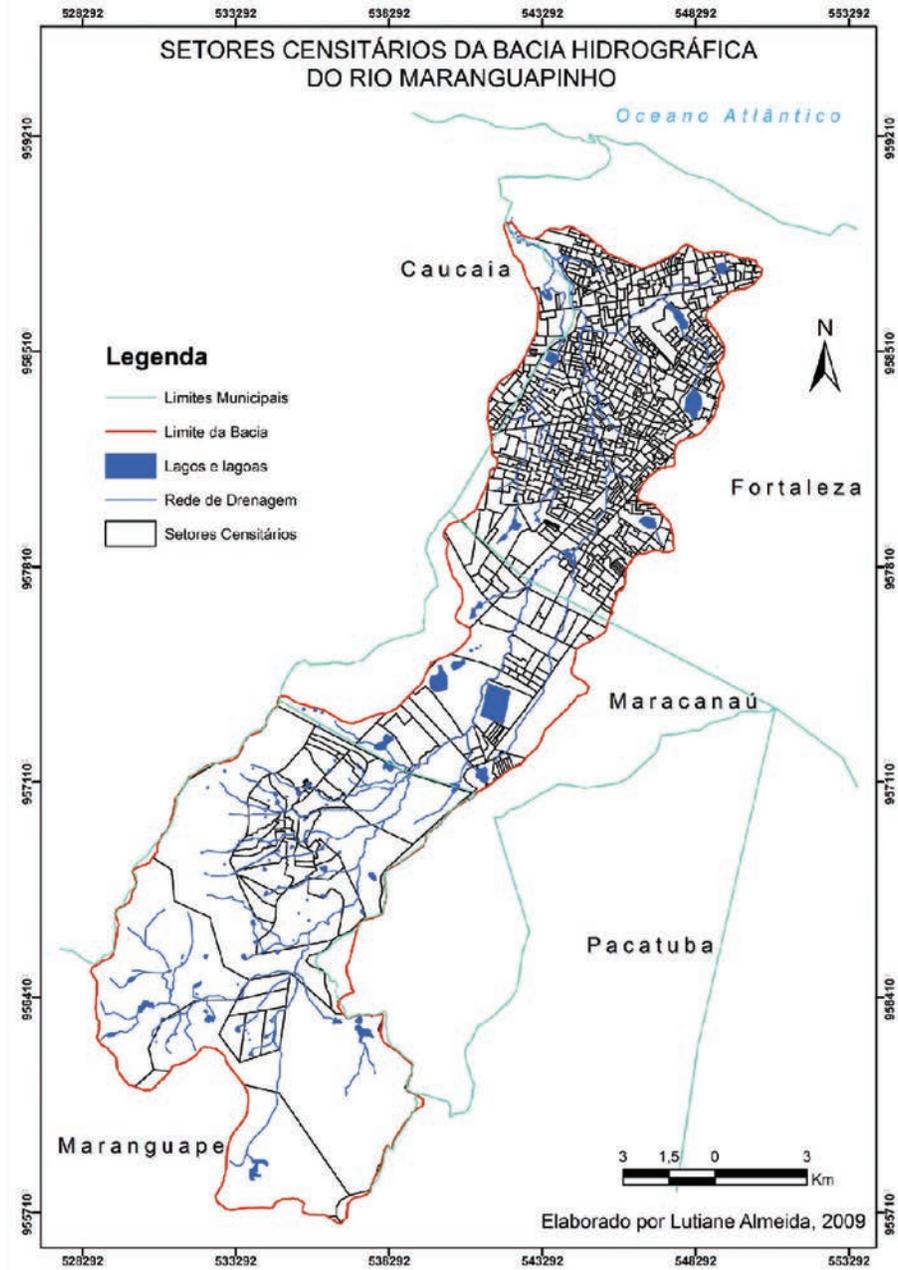


Figura 3.3 – Setores censitários da bacia hidrográfica do rio Maranguapinho. Fonte: Elaborado por Almeida (2009), a partir de Brasil (2008).

Quadro 3.2 – Variáveis selecionadas de acordo com os critérios de avaliação da vulnerabilidade social

Critério de avaliação da vulnerabilidade social	Variáveis	Descrição das variáveis de origem (Censo 2000, IBGE)
Educação	V1 Média do número de anos de estudo das pessoas responsáveis por domicílios particulares permanentes	<i>Arquivo básico (planilha Básico_UF.xls)</i> Var10 Média do número de anos de estudo das pessoas responsáveis por domicílios particulares permanentes
Condições de habitação e infraestrutura	V2 Domicílios particulares precários	<i>Arquivo de domicílios (planilha Domicilio_UF.xls)</i> V0004 Domicílios particulares improvisados V0008 Domicílios particulares permanentes do tipo cômodo V0014 Domicílios particulares permanentes em outra condição de ocupação (não são próprios, alugados, nem cedidos) V0017 Domicílios particulares permanentes próprios em outra condição do terreno
	V3 Domicílios particulares sem abastecimento de água da rede geral	V0021 Domicílios particulares permanentes com abastecimento de água de poço ou nascente na propriedade V0025 Domicílios particulares permanentes com outra forma de abastecimento de água
	V4 Domicílios particulares permanentes com banheiro ou sanitário sem esgotamento sanitário via rede geral de esgoto, pluvial ou fossa séptica	V0032 Domicílios particulares permanentes com banheiro ou sanitário e esgotamento sanitário via fossa rudimentar V0033 Domicílios particulares permanentes com banheiro ou sanitário e esgotamento sanitário via vala V0034 Domicílios particulares permanentes, com banheiro ou sanitário e esgotamento sanitário via rio, lago ou mar V0035 Domicílios particulares permanentes com banheiro ou sanitário e esgotamento sanitário via outro escoadouro
	V5 Domicílios particulares permanentes sem banheiro	V0047 Domicílios particulares permanentes sem banheiro
	V6 Domicílios particulares permanentes com lixo não coletado	V0053 Domicílios particulares permanentes com lixo jogado em terreno baldio ou logradouro V0054 Domicílios particulares permanentes com lixo jogado em rio, lago ou mar V0055 Domicílios particulares permanentes com outro destino do lixo
	V7 Domicílios particulares permanentes de mais de 4 moradores	V0060 Domicílios particulares permanentes com 5 moradores V0061 Domicílios particulares permanentes com 6 moradores V0062 Domicílios particulares permanentes com 7 moradores V0063 Domicílios particulares permanentes com 8 moradores V0064 Domicílios particulares permanentes com 9 moradores V0065 Domicílios particulares permanentes com 10 ou mais moradores

(cont.)

(continuação)

Critério de avaliação da vulnerabilidade social	Variáveis	Descrição das variáveis de origem (Censo 2000, IBGE)
Estrutura etária	V8 Responsáveis por domicílios particulares permanentes com 10 a 19 anos de idade	<i>Arquivo de responsável pelo domicílio particular permanente (planilha Responsavel1_UF.xls)</i> V0494 Responsáveis por domicílios particulares permanentes com 10 a 14 anos de idade V0495 Responsáveis por domicílios particulares permanentes com 15 a 19 anos de idade
	V9 Responsáveis por domicílios particulares permanentes de mais de 64 anos de idade	V0505 Responsáveis por domicílios particulares permanentes com 65 a 69 anos de idade V0506 Responsáveis por domicílios particulares permanentes com 70 a 74 anos de idade V0507 Responsáveis por domicílios particulares permanentes com 75 a 79 anos de idade V0508 Responsáveis por domicílios particulares permanentes com 80 ou mais anos de idade
Educação e estrutura etária	V10 Responsáveis por domicílios particulares permanentes não alfabetizados	V0525 Responsáveis por domicílios particulares permanentes não alfabetizados
	V11 Responsáveis por domicílios particulares permanentes não alfabetizados com 10 a 19 anos de idade	V0526 Responsáveis por domicílios particulares permanentes não alfabetizados com 10 a 14 anos de idade V0527 Responsáveis por domicílios particulares permanentes não alfabetizados com 15 a 19 anos de idade
	V12 Responsáveis por domicílios particulares permanentes não alfabetizados com mais de 64 anos de idade	V0537 Responsáveis por domicílios particulares permanentes não alfabetizados com 65 a 69 anos de idade V0538 Responsáveis por domicílios particulares permanentes não alfabetizados com 70 a 74 anos de idade V0539 Responsáveis por domicílios particulares permanentes não alfabetizados com 75 a 79 anos de idade V0540 Responsáveis por domicílios particulares permanentes não alfabetizados com 80 ou mais anos de idade
Renda	V13 Responsáveis por domicílios particulares permanentes com rendimento nominal mensal de até 3 salários mínimos	V0602 Responsáveis por domicílios particulares permanentes com rendimento nominal mensal de até ½ salário mínimo V0603 Responsáveis por domicílios particulares permanentes com rendimento nominal mensal de mais de ½ a 1 salário mínimo V0604 Responsáveis por domicílios particulares permanentes com rendimento nominal mensal de mais de 1 a 2 salários mínimos V0605 Responsáveis por domicílios particulares permanentes com rendimento nominal mensal de mais de 2 a 3 salários mínimos
	V14 Responsáveis por domicílios particulares permanentes sem rendimento nominal mensal	V0611 Responsáveis por domicílios particulares permanentes sem rendimento nominal mensal

(cont.)

(continuação)

Critério de avaliação da vulnerabilidade social	Variáveis	Descrição das variáveis de origem (Censo 2000, IBGE)
Gênero e estrutura etária	V15 Mulheres responsáveis por domicílios particulares permanentes com 10 a 19 anos de idade	<i>Arquivo de responsável pelo domicílio particular permanente (planilha Responsavel5_UF.xls)</i> V1230 Mulheres responsáveis por domicílios particulares permanentes com 10 a 14 anos de idade V1231 Mulheres responsáveis por domicílios particulares permanentes com 15 a 19 anos de idade
	V16 Mulheres responsáveis por domicílios particulares permanentes com mais de 64 anos de idade	V1241 Mulheres responsáveis por domicílios particulares permanentes com 65 a 69 anos de idade V1242 Mulheres responsáveis por domicílios particulares permanentes com 70 a 74 anos de idade V1243 Mulheres responsáveis por domicílios particulares permanentes com 75 a 79 anos de idade V1244 Mulheres responsáveis por domicílios particulares permanentes com 80 ou mais anos de idade
Gênero e educação	V17 Mulheres não-alfabetizadas responsáveis por domicílios particulares permanentes	V1246 Mulheres não alfabetizadas responsáveis por domicílios particulares permanentes
Estrutura etária	V18 Pessoas com 0 a 14 anos de idade	<i>Arquivo de pessoas (planilha Pessoa1_UF.xls)</i> V1448 Pessoas com 0 a 4 anos de idade V1449 Pessoas com 5 a 9 anos de idade V1450 Pessoas com 10 a 14 anos de idade
	V19 Pessoas de mais de 64 anos de idade	V1461 Pessoas de 65 a 69 anos de idade V1462 Pessoas de 70 a 74 anos de idade V1463 Pessoas de 75 a 79 anos de idade V1464 Pessoas de 80 ou mais anos de idade
Educação e estrutura etária	V20 Pessoas não alfabetizadas com 5 a 14 anos de idade	<i>Arquivo de instrução (planilha Instrucao1_UF.xls)</i> V2418 Pessoas não alfabetizadas com 5 a 9 anos de idade V2419 Pessoas não alfabetizadas com 10 a 14 anos de idade
	V21 Pessoas não alfabetizadas com mais de 64 anos de idade	V2430 Pessoas não alfabetizadas com 65 a 69 anos de idade V2431 Pessoas não alfabetizadas com 70 a 74 anos de idade V2432 Pessoas não alfabetizadas com 75 a 79 anos de idade V2433 Pessoas não alfabetizadas com 80 ou mais anos de idade

Fonte: Adaptado do Censo 2000 IBGE, por Almeida (2008).

b) Análises estatísticas

As análises estatísticas foram encomendadas ao Laboratório de Estatística e Matemática Aplicada, do Dema, da Universidade Federal do Ceará (Araujo et al., 2009).

Para a elaboração de um índice de vulnerabilidade social utilizou-se a técnica de análise multivariada chamada análise fatorial. Para formar grupos homogêneos de setores, utilizou-se o método estatístico Natural Breaks constante no programa ArcGIS 9.2. Ambas as técnicas estão brevemente descritas a seguir.

Para análise estatística dos dados, inicialmente, realizou-se análise fatorial das variáveis. O procedimento é uma técnica estatística multivariada que, de acordo com a estrutura de dependência existente entre as variáveis de interesse (matriz de correlações ou covariâncias entre as variáveis), permite a *redução da quantidade de variáveis* para *fatores* que explicam um percentual representativo da variabilidade total das variáveis em estudo.

Nesta pesquisa, os resultados da análise fatorial basearam-se na matriz de correlação entre as respostas dos itens. Assim temos o seguinte modelo em notação matricial:

$$\begin{matrix} X - \mu & = & L & F & + & \varepsilon \\ (p \times 1) & & (p \times 1) & (m \times 1) & & (p \times 1) \end{matrix}$$

onde:

X – vetor de respostas aos itens;

μ – vetor de média dos itens;

L – matriz de pesos das variáveis X_i no fator F_j (cargas fatoriais);

F – vetor de variáveis aleatórias não observáveis chamadas *fatores comuns*;

ε – vetor de variáveis aleatórias não observáveis chamadas *fatores específicos*;

p – número de itens;

m – número de fatores, $m \leq p$, em que p = número total de variáveis.

Quando $m = p$, toda a variabilidade inerente às respostas dos itens é explicada. A análise fatorial procura encontrar a explicação, sob a forma de um ou mais fatores latentes, para as relações existentes entre as variáveis e é passível de várias soluções igualmente aceitáveis.

Em geral, a primeira solução fornecida pela análise fatorial não enseja fatores que tenham uma interpretação adequada. Nesses casos, outras soluções, equivalentes a essa, do ponto de vista da explicação da variabilidade dos dados, devem ser obtidas. Isso pode ser feito por meio de procedimentos de “rotação” dos fatores. Há métodos de rotação que permitem obter fatores com maior potencial de interpretação. Neste trabalho, a rotação que levou a uma melhor interpretação dos resultados foi a *equamax*.

Para determinar o índice de vulnerabilidade de cada setor, primeiramente foram estimados, para cada setor, os valores de cada fator considerado. O Índice

de Vulnerabilidade Social (IVS) de cada setor é dado pela média aritmética dos valores estimados dos fatores, ou seja:

$$IVS_i = (FATOR_1 + FATOR_2 + \dots + FATOR_m) / m, i = 1, 2, \dots, 933, 934.$$

Depois de realizada a análise fatorial, foram obtidas as estimativas dos fatores para cada setor da população em estudo. Na Tabela 3.1 observa-se que 73,32% da variabilidade total das 21 variáveis é explicada por quatro fatores. Dessa forma, as análises subsequentes foram realizadas com base nos quatro fatores retidos.

Tabela 3.1 – Percentual de explicação da variabilidade total para cada fator

Fator	% da variância	% da variância acumulada
1	21,575	21,575
2	19,673	41,248
3	16,879	58,128
4	15,192	73,320

Na Tabela 3.2 são apresentados os valores das cargas fatoriais que representam os pesos de cada fator em cada variável, segundo a rotação equamax. A interpretação dos fatores pode ser feita observando-se em que variáveis seus pesos são maiores e a que estão relacionadas essas variáveis.

Dessa forma, observando-se a Tabela 3.2 (as áreas sombreadas indicam as variáveis em que cada fator tem seu maior peso), tem-se que o fator 1 está relacionado à vulnerabilidade em razão do nível de *educação*; o fator 2 está relacionado à vulnerabilidade decorrente das condições de *infraestrutura e habitação*; o fator 3 está relacionado à vulnerabilidade em virtude do contingente populacional de *idosos* (maiores de 64 anos); e o fator 4 está relacionado à vulnerabilidade decorrente do contingente populacional de *jovens* (faixa etária de 10 a 19 anos).

Após a determinação das cargas fatoriais, foi estimado para cada setor o valor correspondente de cada fator, sendo possível verificar a situação de cada setor em relação à vulnerabilidade associada aos quatro fatores aqui estabelecidos.

Estabelecida a definição dos fatores e estimados os seus valores para cada setor, aplicou-se a técnica Natural Breaks, constante no programa ArcGIS 9.2 para formação de grupos cujos setores sejam homogêneos. Para a formação dos grupos, foram considerados os valores estimados para os quatro fatores nos setores estudados. Seis grupos foram estabelecidos conforme sugestão do autor.

Tabela 3.2 – Cargas fatoriais dos fatores em cada variável

Variável	Fatores			
	1	2	3	4
V1 – Média do número de anos de estudo das pessoas responsáveis por domicílios particulares permanentes	-0,758	-0,123	0,451	-0,167
V2 – Domicílios particulares precários	-0,031	0,674	-0,121	0,198
V3 – Domicílios particulares sem abastecimento de água da rede geral	0,156	0,639	0,130	0,104
V4 – Domicílios particulares permanentes com banheiro ou sanitário sem esgotamento sanitário via rede geral de esgoto, pluvial ou fossa séptica	0,453	0,377	0,030	0,048
V5 – Domicílios particulares permanentes sem banheiro	0,423	0,636	-0,073	0,236
V6 – Domicílios particulares permanentes com lixo não coletado	0,250	0,558	-0,167	0,169
V7 – Domicílios particulares permanentes com mais de 4 moradores	0,406	0,582	0,429	0,357
V8 – Responsáveis por domicílios particulares permanentes com 10 a 19 anos de idade	0,170	0,360	0,002	0,811
V9 – Responsáveis por domicílios particulares permanentes com mais de 64 anos de idade	0,095	0,005	0,966	-0,041
V10 – Responsáveis por domicílios particulares permanentes não alfabetizados	0,716	0,526	-0,027	0,388
V11 – Responsáveis por domicílios particulares permanentes não alfabetizados com 10 a 19 anos de idade	0,207	0,100	-0,113	0,590
V12 – Responsáveis por domicílios particulares permanentes não alfabetizados com mais de 64 anos de idade	0,851	0,135	0,339	0,166
V13 – Responsáveis por domicílios particulares permanentes com rendimento nominal mensal de até 3 salários mínimos	0,525	0,581	0,194	0,411
V14 – Responsáveis por domicílios particulares permanentes sem rendimento nominal mensal	0,387	0,491	0,036	0,338
V15 – Mulheres responsáveis por domicílios particulares permanentes com 10 a 19 anos de idade	-0,047	0,011	0,023	0,873
V16 – Mulheres responsáveis por domicílios particulares permanentes com mais de 64 anos de idade	0,024	-0,075	0,922	-0,006
V17 – Mulheres não alfabetizadas responsáveis por domicílios particulares permanentes	0,675	0,302	0,098	0,492
V18 – Pessoas com 0 a 14 anos de idade	0,454	0,681	0,167	0,438
V19 – Pessoas com mais de 64 anos de idade	0,057	0,011	0,968	-0,029
V20 – Pessoas não alfabetizadas com 5 a 14 anos de idade	0,492	0,679	-0,031	0,449
V21 – Pessoas não alfabetizadas com mais de 64 anos de idade	0,816	0,150	0,407	0,178

Fonte: Dados da pesquisa.

Na Tabela 3.3 são apresentadas medidas descritivas referentes aos fatores associados por grupo formado e, na Tabela 3.4, as medidas descritivas da média dos quatro fatores, que representam o índice geral para indicar a vulnerabilidade social do setor (IVS). É importante ressaltar que, quanto maior o valor obtido para média geral, maior a vulnerabilidade e, quanto maior a média do fator, maior a vulnerabilidade com relação a ele.

Tabela 3.3 – Medidas descritivas dos fatores por grupo formado

Fator	Grupo	Nº	Mínimo	Máximo	Média	Desvio padrão
Fator 1 (Educação)	1	4	-2,016380	3,490040	0,619318	2,276683
	2	48	-0,814520	3,484520	1,398423	0,861448
	3	167	-2,922740	3,106240	0,614141	1,009547
	4	307	-2,467890	1,819710	0,101952	0,818753
	5	278	-2,912380	1,062850	-0,380369	0,767810
	6	130	-3,383840	0,756560	-0,751690	0,735062
Fator 2 (Infraestrutura e habitação)	1	4	-3,594980	15,464350	7,294190	5,499882
	2	48	-2,258320	4,599440	1,196469	1,521595
	3	167	-1,699880	3,419560	0,127606	0,915989
	4	307	-1,915510	2,969350	-0,089418	0,728541
	5	278	-1,306820	2,990500	-0,159444	0,584099
	6	130	-1,428770	2,369930	-0,278007	0,508932
Fator 3 (Faixa Etária – Idosos)	1	4	0,517330	2,627070	1,953293	0,967825
	2	48	-1,182320	2,651680	0,746174	0,877380
	3	167	-1,327630	5,505280	0,619082	1,107638
	4	307	-2,078180	2,771820	0,163826	0,909135
	5	278	-1,842300	1,871880	-0,246435	0,715290
	6	130	-2,334100	0,460560	-0,990782	0,535419

(cont.)

(continuação)

Fator	Grupo	Nº	Mínimo	Máximo	Média	Desvio padrão
Fator 4 (Faixa Etária – Jovens)	1	4	-2,303700	4,818300	3,568700	1,070262
	2	48	-1,293000	7,112800	1,375783	1,779678
	3	167	-1,502200	7,038900	0,380731	1,168783
	4	307	-1,412900	4,129700	0,012522	0,850873
	5	278	-1,245000	1,976400	-0,329586	0,552094
	6	130	-1,036300	1,724300	-0,431648	0,461668

Fonte: Dados da pesquisa.

Tabela 3.4 – Medidas descritivas do IVS por grupo

Grupo	Nº	Mínimo	Máximo	Média	Desvio padrão
1	4	2,520000	4,940000	3,357500	1,077602
2	48	0,820000	2,140000	1,179375	0,309457
3	167	0,250000	0,790000	0,435808	0,139661
4	307	-0,110000	0,240000	0,047557	0,099207
5	278	-0,440000	-0,120000	-0,279065	0,086829
6	130	-1,010000	-0,450000	-0,613154	0,129723

Fonte: Dados da pesquisa.

Pelo método Natural Breaks do programa ArcGIS 9.2 foi possível dividir os setores censitários em seis grupos de vulnerabilidade, assim distribuídos de acordo com a média dos fatores:

1. *vulnerabilidade social muito alta*, com índices variando de 2,52 a 4,94;
2. *vulnerabilidade social alta*, de 0,82 a 2,14;
3. *vulnerabilidade social média a alta*, de 0,25 a 0,79;
4. *vulnerabilidade social média a baixa*, de -0,11 a 0,24;
5. *vulnerabilidade social baixa*, de -0,44 a -0,12; e
6. *vulnerabilidade social muito baixa*, de -1,01 a -0,45.

O intervalo da média dos fatores, ou seja, do Índice de Vulnerabilidade Social, é de $-1,01$ a $4,94$, sendo que os valores maiores representam os setores com maior vulnerabilidade (Figura 3.4).

Após a definição dos grupos Vulnerabilidade Social, a planilha contendo o índice foi transferida para o programa ArcGIS 9.2, e então foi possível espacializar os resultados dos indicadores de vulnerabilidade.

Cada valor atribuído a um dado setor censitário pôde ser representado no Mapa de Vulnerabilidade Social (Mapa 3), assim possibilitando visão espacial e comparação entre os padrões espaciais de vulnerabilidade de setores censitários diferentes e áreas diversas da bacia hidrográfica do rio Maranguapinho, além de um recorte espacial das condições de vulnerabilidade social da Região Metropolitana de Fortaleza.

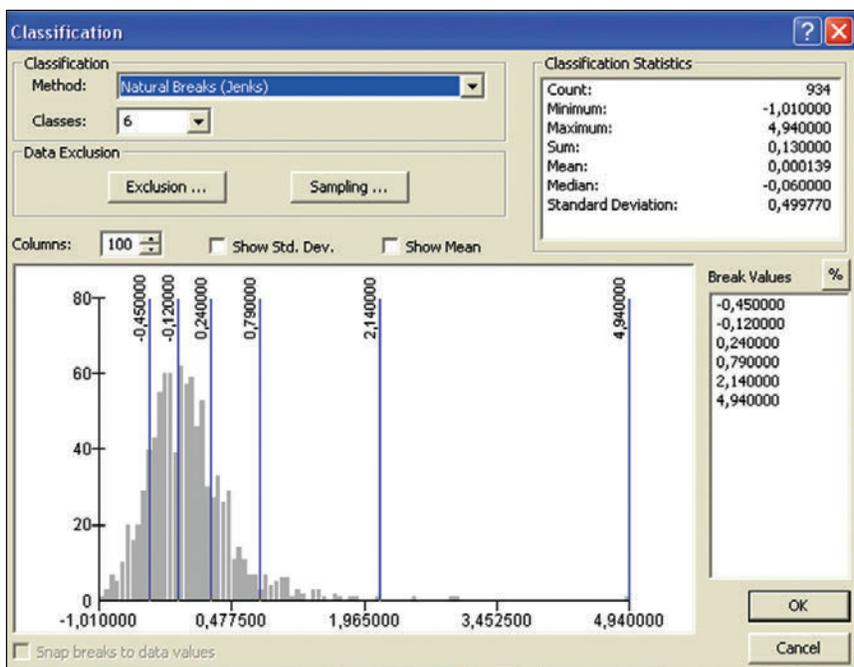


Figura 3.4 – Tela de classificação de dados do ArcGIS 9.2. Notar a criação e distribuição dos seis grupos de vulnerabilidade social no gráfico, além de outros indicadores (quantidade de setores, valor mínimo e máximo do índice, média, mediana, desvio padrão).

Fonte: Dados da pesquisa.

3.1.2 Análise das dimensões (fatores) da vulnerabilidade social

a) Educação

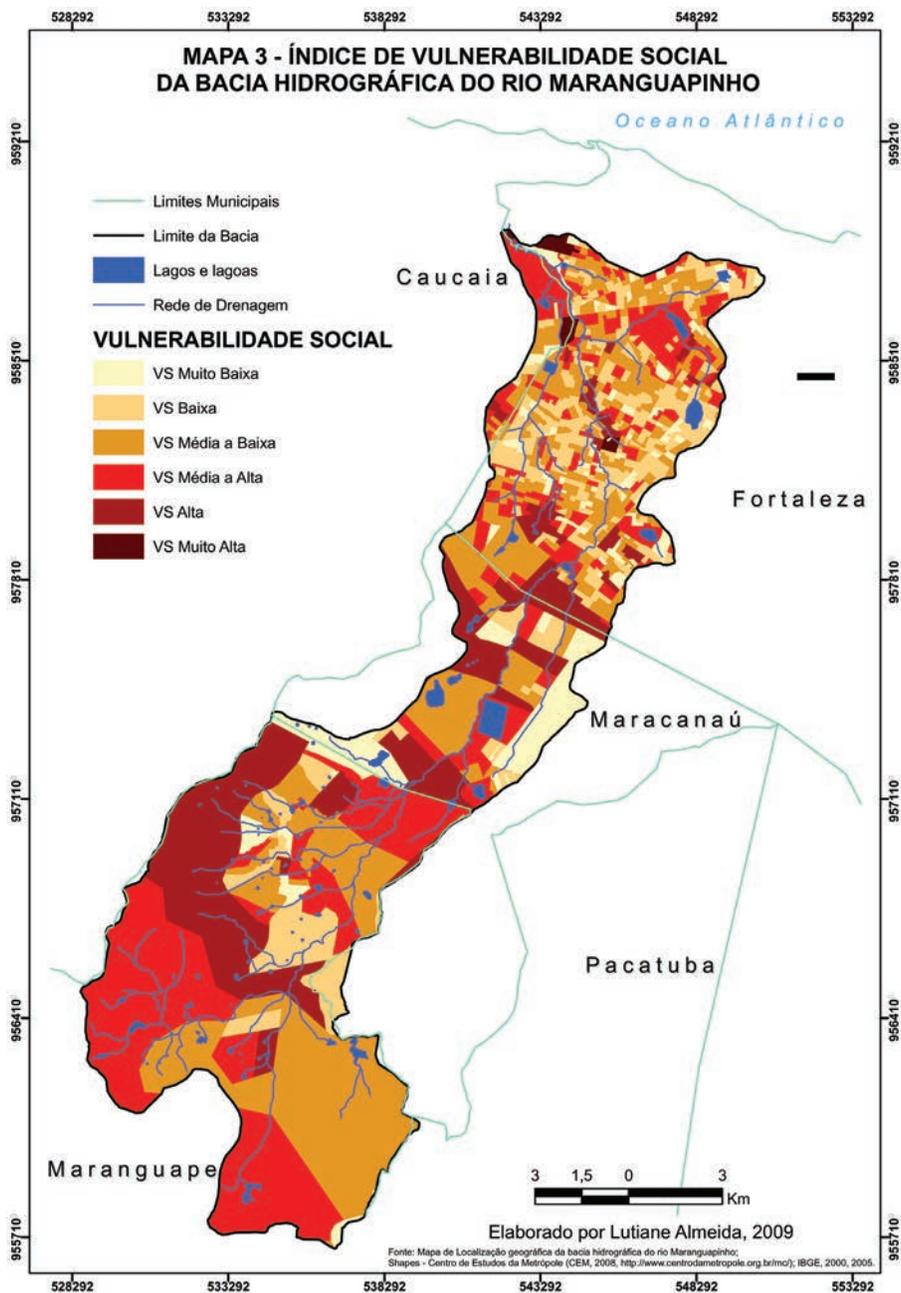
Como visto anteriormente, quatro dimensões principais (fatores) foram estabelecidas por intermédio da análise fatorial, o que reduziu a quantidade de dados e possibilitou a explicação de 73,32% da variabilidade total das 21 variáveis iniciais. Cada fator corresponde a uma dimensão ou indicador da vulnerabilidade social.

O primeiro fator identificado, relacionado ao nível de educação, corresponde a 21,575% da variância. O acesso à educação condiciona os aspectos socioeconômicos, já que, quanto maior o tempo de estudo, maiores são a renda e a qualidade de vida e, conseqüentemente, maior será a expectativa de vida do indivíduo. Além disso, acesso à formação e à informação pode definir a maneira como um indivíduo lida com o risco, visto que pouca educação pode limitar a habilidade de lidar com as situações perigosas e dificultar medidas de recuperação e adaptação.

No caso específico da área abrangida pela bacia hidrográfica do rio Maranguapinho, os índices de educação são bastante desiguais, mas apresentam alguns padrões de distribuição espacial. Pode-se observar na Figura 3.5 que há uma distribuição condicionada dos setores censitários que exibem os piores índices de escolaridade ao longo da rede de drenagem da bacia do rio Maranguapinho e na periferia urbana de Fortaleza e seus limites com outros municípios da RMF, correspondendo também aos setores censitários mais populosos.

As regiões dos bairros Vila Velha, os bairros limítrofes entre Fortaleza e Caucaia que seguem as calhas do rio Maranguapinho e o canal do Conjunto Ceará, as comunidades que ocupam os arredores do *campus* do Pici da UFC, bairro Genibaú, entre outros, exibem elevados índices de carências na educação. Uma concentração muito grande de setores censitários com elevados índices de analfabetismo e/ou pouca escolaridade pode ser notada no chamado Grande Bom Jardim (bairros Bom Jardim, Granja Portugal, Granja Lisboa, Canindezinho e Siqueira) e no limite de Fortaleza e Maracanaú. Ao sul da bacia, há índices precários quanto à educação, entretanto, são de setores censitários pouco populosos localizados na serra de Maranguape, mas que requerem semelhante atenção do poder público.

Os dez setores censitários com piores indicadores educacionais da bacia hidrográfica do rio Maranguapinho se encontram entre as áreas mais expostas ao perigo de inundação, tais como as comunidades Vila Velha, Ilha Dourada, Genibaú e Marrocos, em Fortaleza; Alto Alegre, Parque Tijuca, Piratininga e Coqueiral, em Maracanaú; e Novo Maranguape, em Maranguape.



Mapa 3. Índice de Vulnerabilidade Social da bacia hidrográfica do rio Maranguapinho. *Fonte:* Elaborado por Lutiane Almeida, 2009.

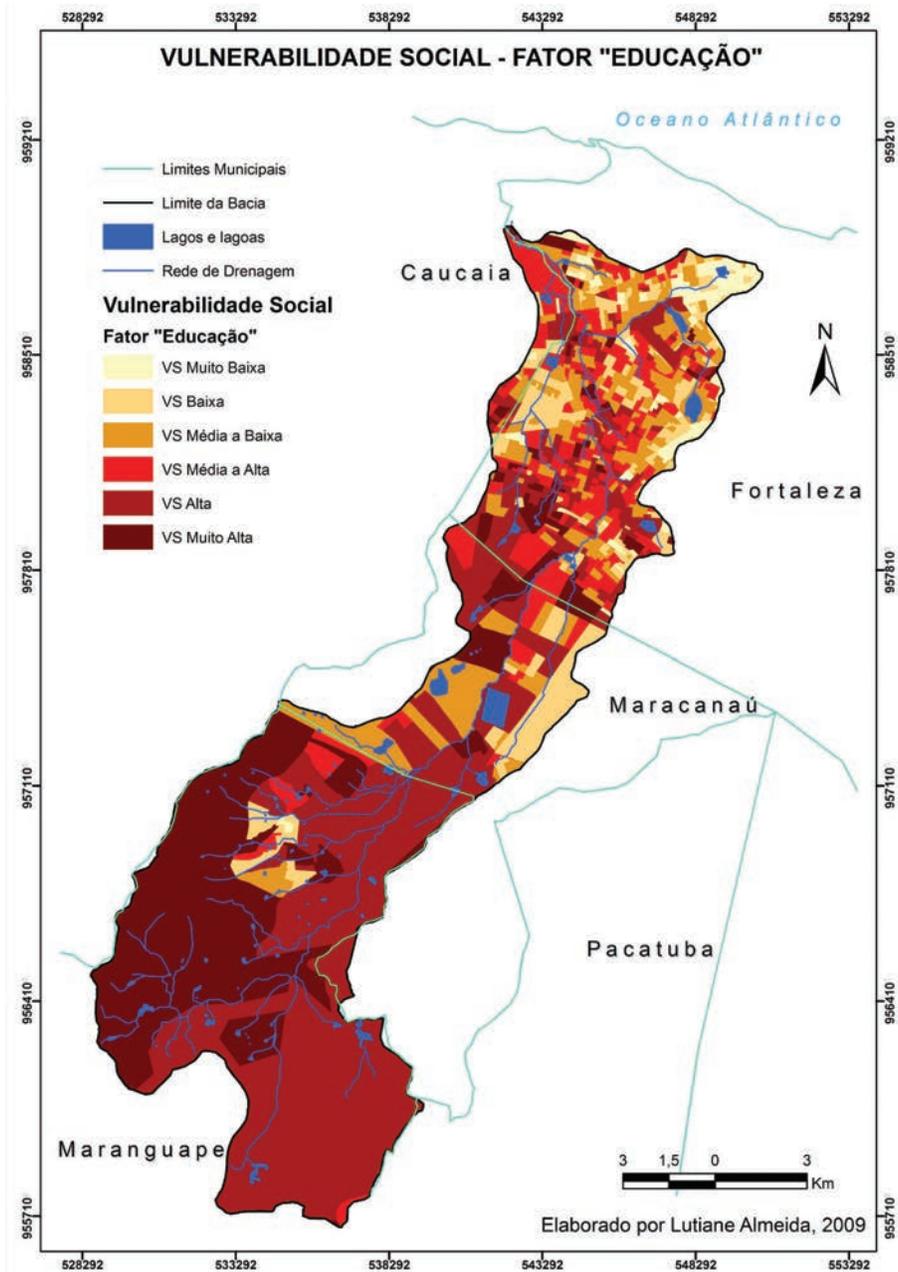


Figura 3.5 – Vulnerabilidade social de acordo com o fator “educação”. Fonte: Elaborado por Almeida, 2009.

Além disso, os setores com maior vulnerabilidade social também apresentam os piores indicadores quanto à educação, justificando esse indicador como importante fator responsável pela maior fragilidade social aos riscos naturais.

Já os setores com menor vulnerabilidade quanto à educação se concentram na porção nordeste da bacia (correspondendo a setores mais próximos ao Centro de Fortaleza), seguindo as principais avenidas, dispersos espacialmente em conjuntos habitacionais com melhores condições socioeconômicas e de infraestrutura (tais como o Conjunto Ceará), dispersos em condomínios de prédios, ou ainda correspondendo a áreas institucionais, portanto, com ausência de habitantes.

b) Infraestrutura e habitação

A dimensão infraestrutura e habitação explicou 19,673% da variância e configura importante fator definidor de vulnerabilidade social. Carências de infraestrutura e habitação podem ser condicionadores de fragilidade e exposição aos perigos naturais, pois a falta de habitação digna (construída com material de relativa qualidade, localizada em local seguro de riscos) e de acesso a serviços públicos, tais como saneamento básico (acesso à água tratada, coleta e tratamento de esgoto, coleta de resíduos sólidos), pode conferir situações de intensa insegurança à população.

A ausência de saneamento básico pode promover a proliferação de doenças diversas de veiculação hídrica, o que piora sobremaneira quando ocorrem chuva intensa e inundação, principalmente após esses eventos.

Quanto à habitação, pode-se vislumbrar o problema de duas formas: quanto às condições físicas da habitação e quanto à localização da habitação, se esta se encontra ou não exposta ao risco de um evento natural perigoso. Sabe-se que as comunidades mais susceptíveis aos riscos naturais são aquelas que não possuem habitação de qualidade, especialmente no que tange às favelas e/ou loteamentos clandestinos. E quando há coincidência de habitação improvisada com exposição física a riscos naturais, a vulnerabilidade e a probabilidade de perdas humanas e materiais dessas comunidades aumenta consideravelmente.

No que tange às condições de infraestrutura e habitação da população que habita a bacia hidrográfica do rio Maranguapinho, os indicadores se encontram entre os piores da RMF. As principais carências de infraestrutura dizem respeito a domicílios sem abastecimento de água potável, ausência de coleta de esgotos, domicílios sem banheiro e ausência de coleta de lixo; já no que diz respeito à habitação, destacam-se o número de domicílios precários ou improvisados e o número de moradores por habitação.

A distribuição espacial de setores censitários com maiores carências de infraestrutura e habitação apresenta algumas coincidências com a distribuição espacial de setores com problemas educacionais. Pode-se notar que as regiões com piores condições de acesso a serviços urbanos e habitação correspondem aos bairros Vila Velha, Quintino Cunha, arredores do *campus* do Pici da UFC, São Miguel e Parque das Nações (Caucaia), Genibaú (e bairros contíguos), Grande Bom Jardim, Alto Alegre e demais bairros contíguos no limite entre Fortaleza e Maracanaú, e setores menos populosos do Município de Maranguape.

Além disso, houve uma discrepância considerável entre o setor censitário com maior carência de infraestrutura e os demais setores: o setor 230440005060779, localizado no bairro Vila Velha (Figura 3.6) apresentou índice de 15,46435, quando o segundo setor com maior carência de infraestrutura apresentou índice de 5,456050. O setor localizado no bairro Vila Velha detém não apenas o pior indicador de infraestrutura e habitação, mas nos demais indicadores (tais como educação, renda, presença de jovens, entre outros) apresenta grande disparidade em relação aos demais setores constantes na bacia hidrográfica do rio Maranguapinho.

Também há coincidência entre os setores com maiores índices de carência de infraestrutura e habitação e aquelas regiões da bacia mais expostas ao risco de ocorrência de inundações, denotando a vulnerabilidade a esses fenômenos, levando-se em conta os parâmetros já discutidos.

Da mesma forma que em relação à educação, os setores com menor vulnerabilidade relativa a problemas com infraestrutura e habitação se localizam em bairros com urbanização consolidada e com boas condições de acesso a serviços urbanos básicos, seguindo as principais avenidas, dispersos espacialmente em conjuntos habitacionais com melhores condições socioeconômicas e de infraestrutura (tais como o Conjunto Ceará), dispersos em condomínios de prédios, ou ainda correspondendo a áreas institucionais, portanto, com ausência de habitantes.

c) Presença de idosos (maiores de 64 anos)

O fator 3 correspondente à dimensão presença de idosos explicou 16,879% da variância. A presença de idosos em grupos expostos a perigos naturais os torna mais vulneráveis, pois eles têm mais dificuldade na mobilidade, dificultando os processos de evacuação de áreas sob eventos perigosos. Além disso, indivíduos com idades avançadas requerem mais cuidados por conta de suas debilidades físicas e/ou psíquicas, o que pode causar a diminuição da resiliência (capacidade de resposta e recuperação) desses grupos.

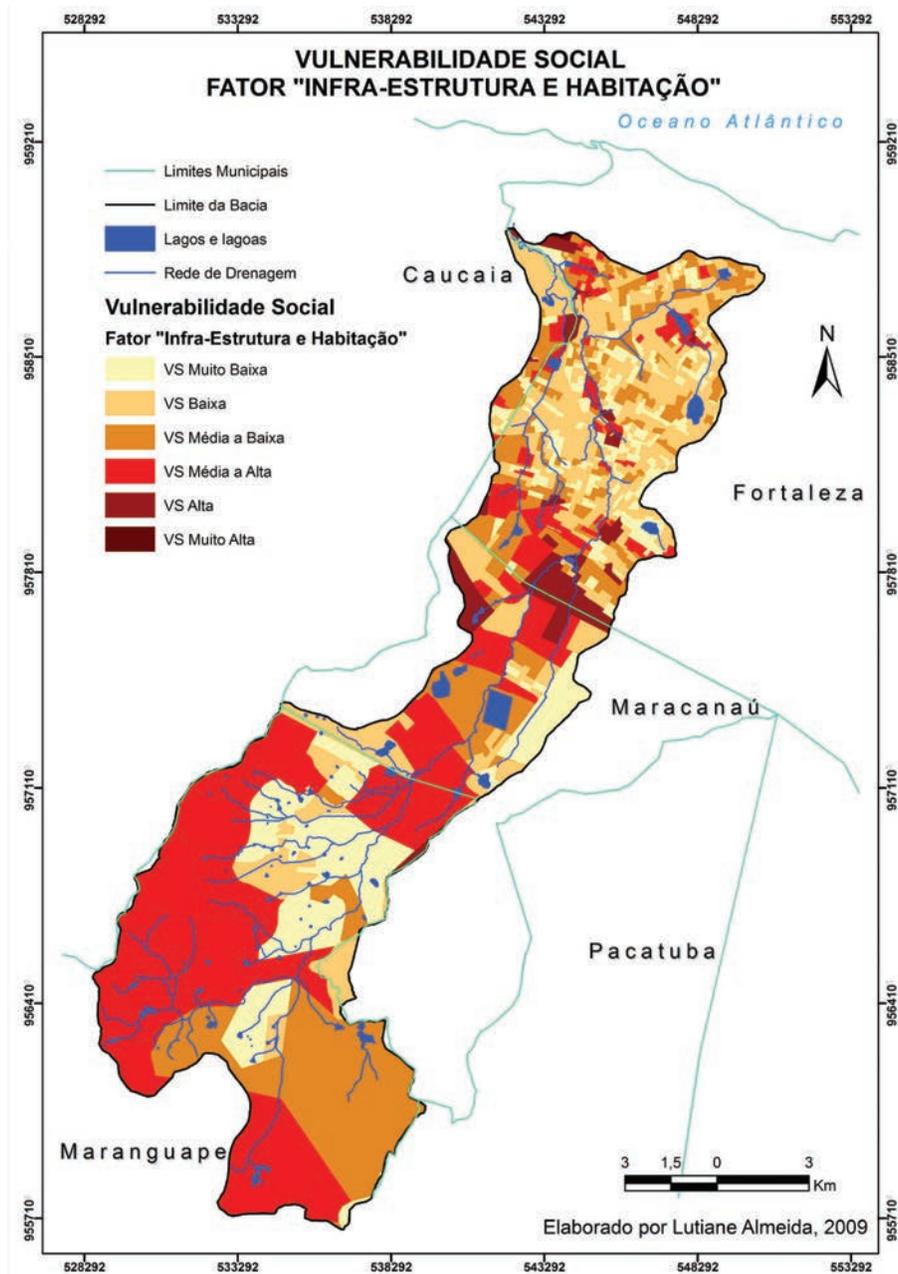


Figura 3.6 – Vulnerabilidade social de acordo com o fator “infraestrutura e habitação”.
Fonte: Elaborado por Almeida (2009).

A distribuição espacial de idosos ao longo dos setores censitários da bacia hidrográfica do rio Maranguapinho apresenta padrões ligeiramente distintos (apesar de algumas coincidências) do que se observa em relação a educação e infraestrutura e habitação.

Observa-se na Planilha Geral do IVS que não houve um peso significativo da presença de idosos nos grupos de maior vulnerabilidade social, tais como os grupos 1 e 2. Houve, entretanto, uma presença marcante no grupo 3 (vulnerabilidade social média a alta).

No que tange à distribuição espacial, nota-se na Figura 3.7 que há maior presença de idosos nos setores censitários localizados nas porções nordeste da bacia, correspondendo a bairros com melhores condições socioeconômicas e de infraestrutura. Isso se explica pelo fato de que, em regiões com melhores condições de qualidade de vida, a expectativa de vida tende a aumentar e a presença de idosos também segue essa tendência. Nessas circunstâncias, a presença de idosos não contribui sobremaneira para a vulnerabilidade social dos grupos a perigos naturais, pois não ocupam espaços expostos a tais perigos nem detêm relevantes carências socioeconômicas e de infraestrutura.

Há setores censitários, no entanto, onde ocorrem coincidências de graves problemas educacionais, de infraestrutura e habitação, e de presença numerosa de idosos, localizados em espaços expostos ao perigo de inundações. Nessas condições, a presença considerável de idosos pode aumentar a vulnerabilidade social desses grupos aos perigos naturais, dadas suas características físicas, descritas anteriormente.

Em setores do bairro Vila Velha, inclusive o setor 230440005060779, arredores do *campus* do Pici da UFC, bairros Genibaú, Autran Nunes, João XXIII, Henrique Jorge e Bom Sucesso, e setores menos populosos de Maranguape, há presença relevante de idosos. Inversamente, na maior parte dos setores expostos a perigos naturais na bacia hidrográfica do rio Maranguapinho, há majoritariamente a presença de população jovem, como analisado a seguir.

d) Presença de jovens (faixa etária de 10 a 19 anos)

O fator 4, correspondente à dimensão presença de jovens, explicou 15,192% da variância. A presença numerosa de jovens entre 10 e 19 anos, característica marcante das regiões em desenvolvimento, pode se configurar como um importante fator de vulnerabilidade, já que as crianças, por exemplo, requerem mais cuidados, no que tange à ocorrência de perigos naturais. Suas limitações físicas e psíquicas em relação a locomoção e tomada de decisões as tornam mais susceptí-

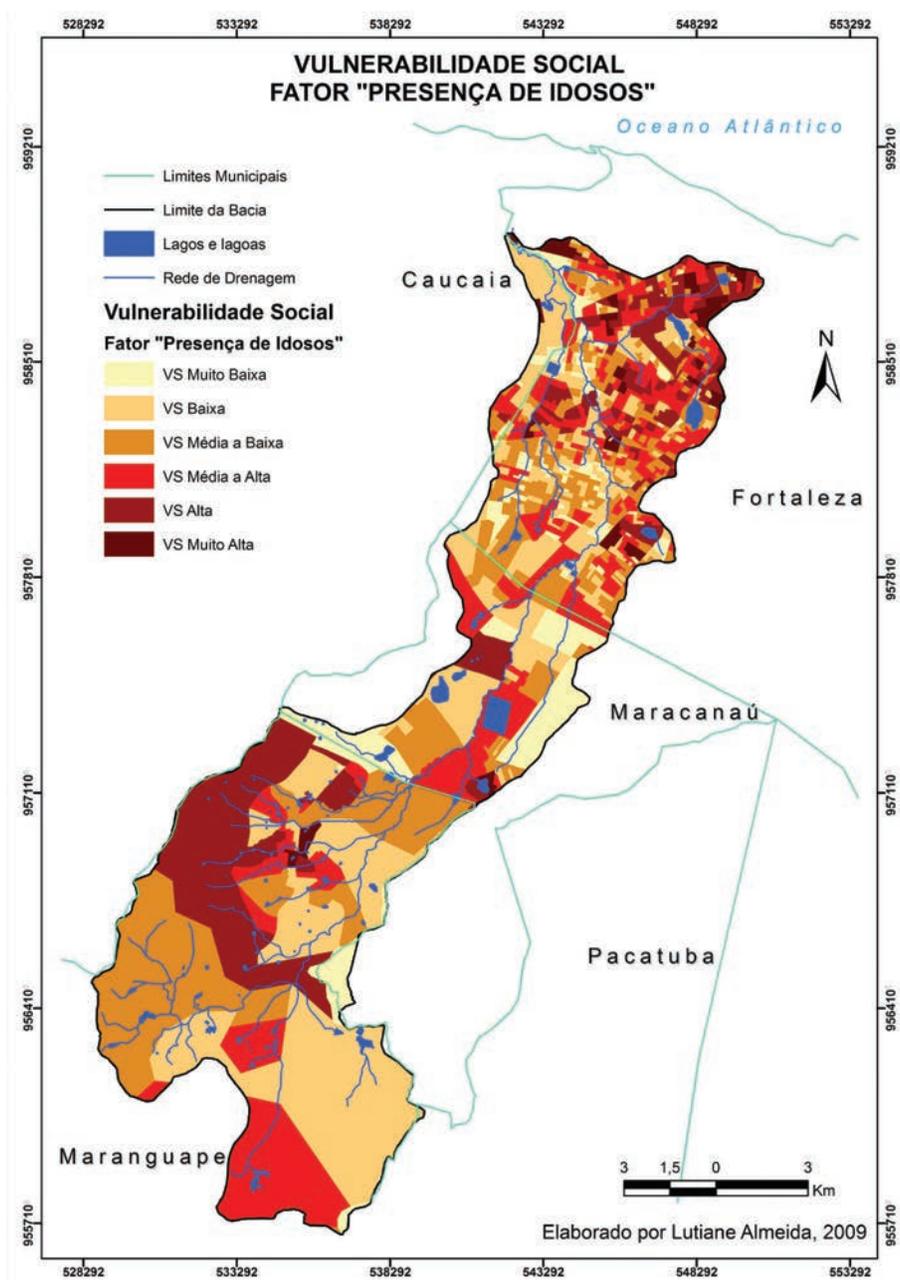


Figura 3.7 – Vulnerabilidade social de acordo com o fator “presença de idosos”. Fonte: Elaborado por Almeida (2009).

veis e menos capazes de lidar com as consequências de fenômenos naturais perigosos. Além disso, são indivíduos ainda fora da idade para o trabalho, o que os torna um “peso” econômico considerável para as famílias vulneráveis.

Mesmo entre os jovens em idade produtiva, as regiões socialmente mais vulneráveis detêm índices alarmantes de desemprego, notadamente entre os mais jovens, tornando-os mais vulneráveis. Outro aspecto a ser levado em conta é que, entre os mais jovens das classes sociais mais vulnerabilizadas, o índice de maternidade precoce é elevado, tornando mães e filhos indivíduos mais suscetíveis, tanto do ponto de vista social quanto no que tange aos problemas ambientais.

No âmbito da bacia hidrográfica do rio Maranguapinho e da RMF, os indicadores de presença de jovens demonstram que estão espacialmente distribuídos em espaços mais distantes do Centro da metrópole, nos limites da cidade (em bairros mais recentes e pobres) e ao longo das áreas mais expostas a perigos naturais, como as inundações (cf. os setores com maiores índices de presença de jovens na planilha geral do IVS – concentram-se nos grupos de maior vulnerabilidade, 1 a 4).

Na Figura 3.8, é possível perceber esses padrões de distribuição espacial da presença de jovens coincidentemente com os espaços descritos anteriormente. Nota-se uma concentração de indivíduos de faixa etária de 10 a 19 anos em setores censitários ao longo de planícies inundáveis contíguas à rede de drenagem dos bairros Vila Velha, Quintino Cunha, Parque São Miguel, Parque das Nações, arredores do *campus* do Pici da UFC, Genibaú, Autran Nunes, João XXIII, Henrique Jorge, Bom Sucesso, Grande Bom Jardim, Vila Manoel Sátiro, Parque Santa Rosa, e setores censitários mais populosos dos municípios de Maracanaú e Maranguape, tais como Acaracuzinho, Novo Oriente, Vila Vintém e Novo Maranguape.

Semelhante ao que ocorre relativamente a educação e infraestrutura, os setores com menor vulnerabilidade no que concerne à presença de jovens se localizam em bairros com urbanização consolidada e com boas condições de acesso a serviços urbanos básicos, com melhores condições socioeconômicas, seguindo as principais avenidas, dispersos espacialmente em conjuntos habitacionais mais estruturados, espalhados em condomínios de prédios, ou ainda correspondendo a áreas institucionais, portanto, com ausência de habitantes.

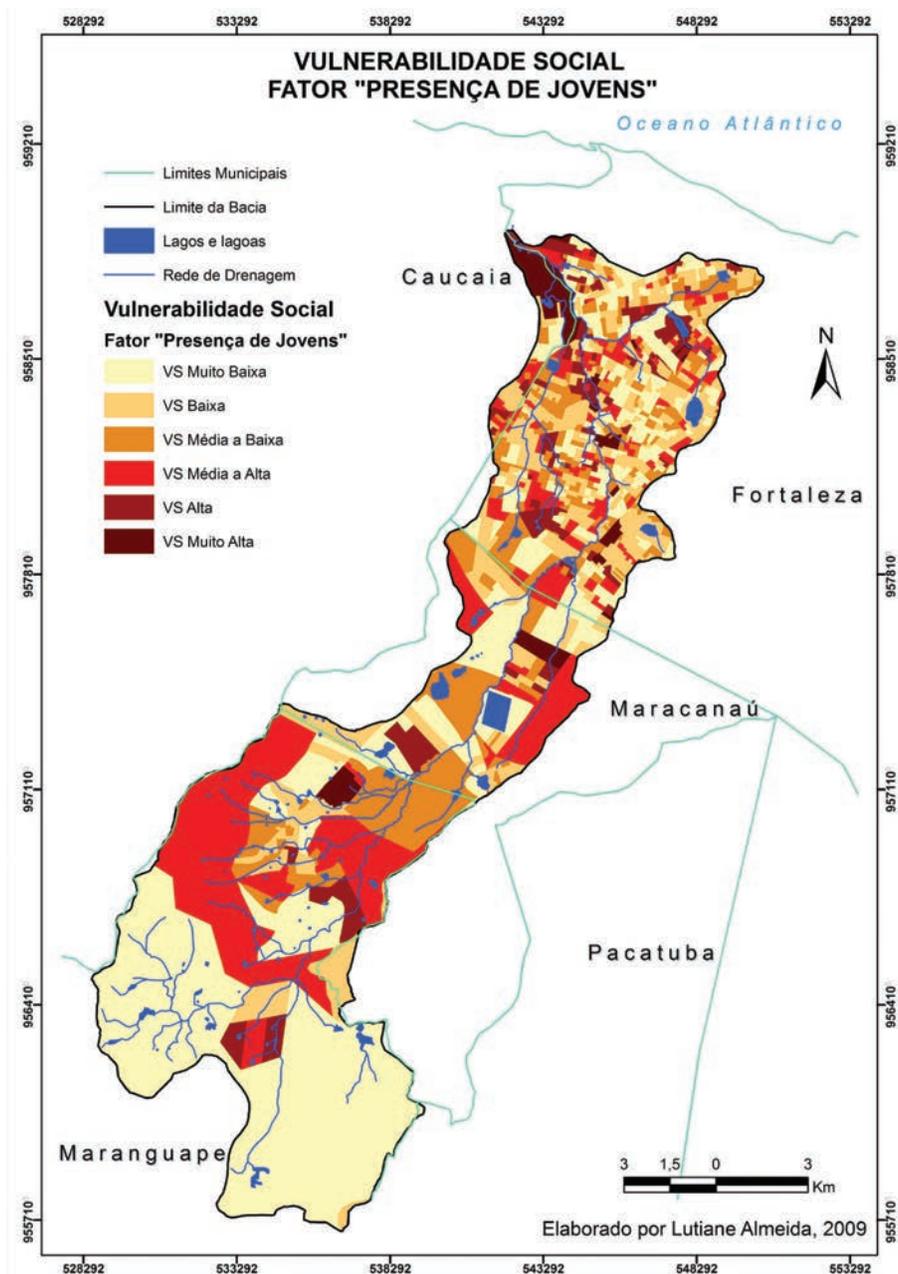


Figura 3.8 – Vulnerabilidade social de acordo com o fator “presença de jovens”. Fonte: Elaborado por Almeida (2009).

3.1.3 A Geografia do IVS

O Índice de Vulnerabilidade Social da bacia hidrográfica do rio Maranguapinho, produzido com base na análise multivariada dos fatores de vulnerabilidade e da definição dos grupos de vulnerabilidade social, apresenta os resultados a seguir expressos, de acordo com os respectivos grupos.

Grupo 1 – Vulnerabilidade social muito alta

O grupo 1 apresenta os setores censitários com os maiores índices de vulnerabilidade social aos perigos naturais, em razão das gravíssimas condições de sua população quanto aos acessos a serviços públicos, como a educação, quanto à presença de jovens e crianças e, principalmente, quanto à forma de moradia e acesso à infraestrutura.

De acordo com a Tabela 3.3, o grupo 1 apresenta apenas quatro setores censitários (0,43% do total), perfazendo uma população de 15.361 habitantes (1,55% do total) em condições de muito alta vulnerabilidade social, habitando 4.135 domicílios (1,73% do total) numa área de 4,17 km² (1,01% do total). Mesmo contendo um número relativamente reduzido de setores, o grupo 1 possui os setores mais populosos e de uma densidade demográfica expressiva (3.683,7 hab./km²).

Como é possível visualizar na Figura 3.4, na distribuição dos grupos de vulnerabilidade social de acordo com o método estatístico Natural Breaks, no grupo 1 percebe-se uma disparidade relevante em relação aos demais grupos. Isso decorreu principalmente pela disparidade resultante dos indicadores do fator 2, referente às condições de infraestrutura e habitação. Dessa forma, pode-se afirmar que a principal dimensão responsável pela alta vulnerabilidade social do grupo 1 tem relação com as condições de infraestrutura e habitação.

Outras dimensões, entretanto, tiveram também um peso significativo na definição da vulnerabilidade do grupo. As carências no âmbito da educação e presença de jovens também são das principais marcas do grupo 1.

Quanto à localização, os quatro setores do grupo 1 estão situados no âmbito das planícies inundáveis do rio Maranguapinho. O setor que apresenta maior vulnerabilidade social (230440005060779), de acordo com o IVS, localiza-se na porção noroeste da bacia do rio Maranguapinho, no bairro Vila Velha, e abrange as comunidades Vila Velha II e III, consideradas pela Defesa Civil de Fortaleza como áreas de risco de inundação pela proximidade com a planície fluviomarina, sendo, assim, expostas à dinâmica fluvial e marítima. O referido setor também é o mais populoso da bacia hidrográfica do rio Maranguapinho, com população de

5.939 habitantes e densidade demográfica de 2.183 hab./km² (a área foi descrita quanto às condições de habitação e risco de inundação no capítulo 2).

O setor censitário com a segunda maior vulnerabilidade social (23044000 5060806) também se localiza na porção noroeste da bacia hidrográfica do rio Maranguapinho e contíguo ao setor anteriormente descrito. Abrange da mesma forma as comunidades Vila Velha II e III, todas expostas ao risco de inundação por ocuparem terrenos susceptíveis à dinâmica fluvial e marítima. É o segundo setor censitário mais populoso, com 3.431 habitantes (densidade demográfica de 4.288 hab./km²).

A coincidência entre densidades demográficas e de construções de habitações precárias e improvisadas, ocupando terrenos susceptíveis à dinâmica fluviomarina, com carências de infraestrutura (saneamento básico, principalmente), relevantes taxas de analfabetismo e/ou pouca instrução, sobretudo entre os jovens, aliada a altos índices de pobreza, resultam em condições de vulnerabilidade social aos perigos naturais a que estão submetidos os setores censitários descritos anteriormente.

Já o setor com a terceira maior vulnerabilidade social (230440070100220), de acordo com o IVS, localiza-se entre as margens do rio Maranguapinho e um afluente, na porção central da bacia, no bairro Bom Sucesso (este na porção oeste de Fortaleza), abrangendo a comunidade Carlos Chagas, considerada pela Defesa Civil de Fortaleza como área de risco de inundação. Trata-se de um setor censitário bastante populoso (3.409 habitantes) e de alta densidade demográfica (14.821 hab./km²). Apresenta importantes carências de infraestrutura e ocupação por habitações precárias e improvisadas, com presença de jovens (figuras 3.9 e 3.10).



Figuras 3.9 e 3.10 – Formas precárias e improvisadas de habitação às margens de um afluente do rio Maranguapinho, na comunidade Carlos Chagas, bairro Bom Sucesso, em Fortaleza. *Fonte:* Fotos do autor, setembro de 2009.

Para efeito de comparação entre setores quanto às condições de vulnerabilidade, há um setor censitário localizado no interior do setor analisado, que apresenta características completamente distintas (Figura 3.11). Trata-se de um condomínio de prédios de classe média (230440070100221) cuja vulnerabilidade social é considerada muito baixa (dadas as suas melhores características de infraestrutura e melhores condições sociais de seus moradores), mostrando que há intensas disparidades quanto às condições sociais dentro da bacia e mesmo entre setores censitários contíguos (Figura 3.12).

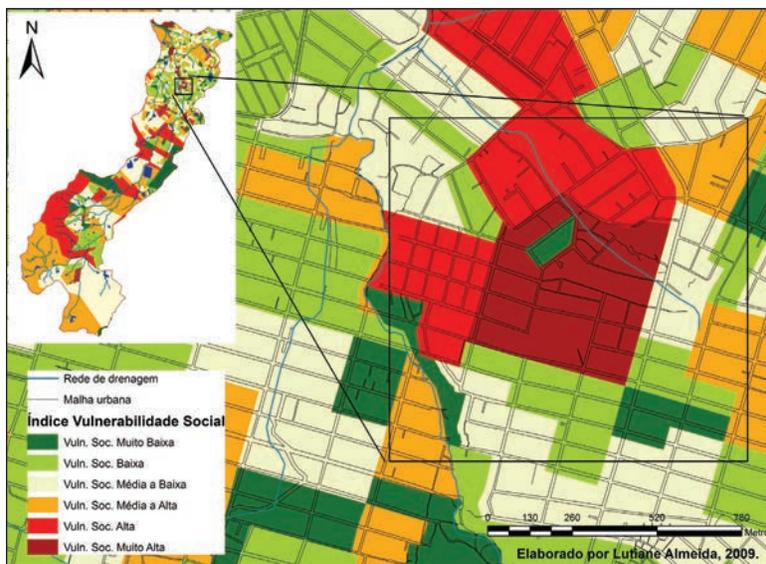


Figura 3.11 – Contraste entre setores censitários quanto à vulnerabilidade social. Detalhe para setor com muito baixa vulnerabilidade (condomínio de prédios de classe média, ver Figura 3.12) contido em setor com vulnerabilidade social muito alta (ver figuras 3.9 e 3.10).
Fonte: Elaborado por Lutiane Almeida, 2009.

O setor censitário com a quarta maior vulnerabilidade social localiza-se na porção noroeste da bacia do rio Maranguapinho (230370917000064), no Município de Caucaia, nos limites territoriais com Fortaleza, abrangendo as comunidades do bairro São Miguel (principalmente Frifort e Zizi Gavião, descritas no capítulo 2). Possui população de 2.582 habitantes e densidade demográfica elevada, de 6.147 hab./km².

Como descrito no capítulo 2, trata-se de uma das áreas socialmente mais vulneráveis aos perigos de inundação, tanto pelas condições precaríssimas de habitação, infraestrutura e presença numerosa de jovens, quanto pela exposição às

inundações por conta de ocupar terrenos rebaixados localizados entre o rio Maranguapinho e seu afluente, o canal do Conjunto Ceará. Além disso, por estar situado nos limites municipais de Caucaia e Fortaleza, algumas comunidades do setor encontram dificuldades de acesso a serviços públicos pela não definição de a que município pertencem, de qual município deve prestar-lhes os serviços.



Figura 3.12 – Condomínio de classe média no interior do setor censitário analisado, na comunidade Carlos Chagas, bairro Bom Sucesso, em Fortaleza. *Fonte:* Foto do autor, setembro de 2009.

Grupo 2 – Vulnerabilidade social alta

O grupo 2 se caracteriza pela carência generalizada de serviços públicos e graves problemas ligados à habitação precária e improvisada, bem como à numerosa presença de jovens.

Os setores censitários com vulnerabilidade social alta (grupo 2) somam 48 (5,14% do total), detendo uma população total de 94.502 habitantes (9,53% do total), ocupando 22.566 domicílios (9,42% do total de domicílios) em uma extensão de 59,44 km² (17,43% do total).

Quanto à densidade demográfica (1.589,9 hab./km²), há três padrões de setores censitários, quais sejam: setores localizados nas porções mais ao norte da bacia, correspondendo a áreas mais densamente urbanizadas e cuja área dos setores se apresenta mais reduzida, porém com elevadas taxas de densidade demográfica; setores localizados no que corresponde à periferia sudoeste de Fortaleza e limite com o Município de Maracanaú (porção central da bacia), que se carac-

terizam por abranger regiões de expansão urbana atual, com densidades menores do que os setores anteriores (por deterem áreas maiores), mas, mesmo assim, populosos; setores localizados ao sul da bacia, em áreas correspondentes às nascentes do rio Maranguapinho, caracterizando-se por grandes áreas, mas pouco populosos, com importantes carências de infraestrutura, educação, entre outros.

De acordo com a planilha geral do IVS, os principais fatores (dimensões de vulnerabilidade) responsáveis pela alta vulnerabilidade social do grupo 2 são os níveis de educação, as carências de infraestrutura e habitação e a presença de jovens.

Quanto à espacialização dos setores censitários, pode-se afirmar que:

- 1) há setores que se localizam ao longo do canal principal do rio Maranguapinho (oito setores); caracterizam-se pela intensa densidade demográfica, aliada a graves problemas de educação (analfabetismo e/ou poucos anos de estudos), carências de infraestrutura (falta de coleta e tratamento de esgoto, domicílios sem banheiro, principalmente), habitações precaríssimas e improvisadas, presença de jovens;
- 2) há setores que se localizam ao longo de afluentes canalizados do rio Maranguapinho (nove setores); caracterizam-se pela intensa densidade demográfica, aliada a graves problemas de educação (analfabetismo e/ou poucos anos de estudos), carências de infraestrutura (falta de coleta e tratamento de esgoto, domicílios sem banheiro, principalmente), habitações precárias e improvisadas, presença de jovens;
- 3) há setores localizados no que corresponde à periferia sudoeste de Fortaleza, no limite com o Município de Maracanaú, mas também associados a afluentes (canalizados ou não) e ao próprio canal principal do rio Maranguapinho (18 setores); caracterizam-se pela densidade demográfica moderada, mas com setores populosos, aliada a graves problemas de educação (analfabetismo e/ou poucos anos de estudos), carências de infraestrutura muito graves (falta de coleta e tratamento de esgoto, domicílios sem banheiro, principalmente), habitações precárias e improvisadas, presença de jovens; e
- 4) setores que se localizam no alto curso do rio Maranguapinho, abrangendo suas nascentes e afluentes formadores (nove setores); caracterizam-se pela baixa densidade demográfica, entretanto apresentam graves problemas de educação (analfabetismo e/ou poucos anos de estudos), carências gravíssimas de infraestrutura (falta de coleta e tratamento de esgoto, domicílios sem banheiro, principalmente), habitações precárias e improvisadas, e presença de jovens.

Dentre os setores mais vulneráveis desse grupo, destacam-se setores localizados nos arredores do *campus* do Pici da UFC, comunidade Lagoa Azul, cujas dimensões responsáveis pela vulnerabilidade são infraestrutura e presença de idosos; no bairro Genibaú (comunidade Maranguapinho II – vulnerabilidade relativa a educação, infraestrutura e habitação, e presença de jovens); Bom Jardim, comunidade Canal Leste (vulnerabilidade relativa a educação e infraestrutura e habitação); Vila Manoel Sátiro (carências de infraestrutura e habitação, presença de idosos e jovens); bairro Canindezinho, no limite entre Fortaleza e Maracanaú (graves problemas de infraestrutura e habitação); comunidade Jari, em Maracanaú (carências graves de infraestrutura e habitação); e Novo Maranguape II, em Maranguape (vulnerabilidade relativa a educação e presença de jovens). Dentre esses setores, os três primeiros se apresentam expostos ao perigo de inundações (e foram descritos no capítulo 2), de acordo com a Defesa Civil de Fortaleza.

Grupo 3 – Vulnerabilidade social média a alta

O grupo 3 se caracteriza pela influência espacial na definição dos fatores (dimensões) de vulnerabilidade de seus setores censitários. Dependendo da localização geográfica, determinados fatores são mais ou menos relevantes na determinação da vulnerabilidade social.

O grupo 3 possui 167 setores censitários (17,88% do total) em condição de vulnerabilidade social de média a alta. Detém um universo populacional de 229.682 habitantes (23,17% do total), ocupando 54.569 domicílios (22,78% do total), em uma área de 101,41 km² (29,74% do total).

A densidade demográfica total dos setores é de 2.264,9 hab./km². A distribuição espacial dos setores é aparentemente dispersa, mas apresenta alguns padrões. Há concentração de setores do grupo 3 nos arredores do *campus* do Pici da UFC, associados também ao canal da Agronomia; ao lago da avenida Mister Hull; na foz do rio Maranguapinho (Município de Caucaia); no bairro Genibaú (entre o rio Maranguapinho e o canal do Conjunto Ceará); aglomeração de setores em loteamentos e conjuntos habitacionais precários em Caucaia, ao oeste do Conjunto Ceará; no Grande Bom Jardim; na confluência do rio Maranguapinho com o riacho Alto Alegre; ao redor da lagoa do Mondubim; em loteamentos precários ao redor da lagoa de estabilização de Maracanaú; no limite oeste dos municípios de Maracanaú e Maranguape; e em setores que abrangem nascentes do rio Maranguapinho ao sul de sua bacia hidrográfica.

De acordo com a planilha geral do IVS, a contribuição dos fatores (dimensões de vulnerabilidade) para a vulnerabilidade social do grupo 3 depende da lo-

calização do setor no âmbito da bacia, que, por sua vez, influencia em aspectos como acesso a educação, a infraestrutura e habitação e a maior ou menor presença de idosos e jovens.

A contribuição do fator relativo à presença de idosos é relevante, entretanto se percebe que essa contribuição é mais notada em setores com menor vulnerabilidade em relação aos demais setores, e está espacialmente associada a regiões com melhores condições de infraestrutura, habitação e pouca presença de jovens (principalmente na porção nordeste da bacia, mais próxima da região central de Fortaleza), o que, nessas circunstâncias, não os caracteriza setores vulneráveis aos perigos naturais, mas sim setores cujas condições estruturais e socioeconômicas possibilitaram aumento na expectativa de vida.

De outra forma, setores classificados nesse grupo, mas localizados perto dos cursos d'água e na periferia de Fortaleza em seus limites com Caucaia e Maracaná (porções oeste e central da bacia), apesar de os setores apresentarem menos problemas quanto aos fatores educação e presença de idosos e jovens, mostraram índices relativamente elevados quanto às carências de infraestrutura e habitação.

Já em alguns setores localizados tanto na porção central da bacia (periferia de Fortaleza) e na porção sul (abrangendo as nascentes do rio Maranguapinho), houve um peso maior da dimensão nível de educação, o que torna a população desses setores mais vulnerável aos perigos naturais no que concerne à menor capacidade de lidar com os fenômenos utilizando conhecimento e informação.

Grupo 4 – Vulnerabilidade social média a baixa

O grupo 4 se caracteriza por setores censitários que detêm de moderada a baixa vulnerabilidade, sendo que aqueles que apresentam maior vulnerabilidade tiveram a dimensão nível de educação como fator preponderante na definição do índice. Outros setores censitários exibem maior vulnerabilidade relativa a infraestrutura e presença de jovens e estavam associados à proximidade das drenagens e às periferias urbanas.

De acordo com a Tabela 3.5, o grupo 4 é o mais numeroso quanto à quantidade de setores censitários (307 setores, ou 32,87% do total), quanto à população (337.286 habitantes, ou 34,03% do total) e quanto ao número de domicílios (81.043 domicílios, ou 33,83% do total). Sua densidade demográfica é de 3.856,9 hab./km².

É possível perceber no mapa de vulnerabilidade social (Mapa 3) que a maior proporção dos setores censitários desse grupo está localizada em Fortaleza e se caracteriza por setores cujas áreas são relativamente reduzidas (aspecto atrelado

à urbanização mais adensada em Fortaleza, sobretudo na sua área central). Os setores com áreas maiores localizam-se na periferia de Fortaleza e nos municípios de Maracanaú e Maranguape (em razão da menor densidade urbana e da presença de espaços com características rurais).

Os setores censitários que apresentam alguma vulnerabilidade têm o nível de educação como fator (dimensão) mais marcante na definição de uma vulnerabilidade moderada e estão dispersos espacialmente, sendo que alguns setores localizados nas periferias urbanas de Fortaleza ou nos seus limites com os municípios de Caucaia e Maracanaú detêm moderada vulnerabilidade relativa a carências de infraestrutura e habitação, como são os casos de setores referentes à comunidade do Parque das Nações (Caucaia) e setores próximos à comunidade Parque Jerusalém (Canindezinho, Fortaleza).

Outros setores com maiores problemas relativos à educação estão localizados nos bairros que compõem o Grande Bom Jardim. Já os setores que possuem maior vulnerabilidade quanto às condições de infraestrutura e habitação estão distribuídos ao longo do canal principal do rio Maranguapinho (desde sua foz, passando pelos limites entre Caucaia e Fortaleza, e bairros Genibaú, Bom Sucesso e Siqueira).

A dimensão presença de idosos apresentou pouca influência na definição de vulnerabilidade social e se limitou a contribuir em setores localizados nos bairros de melhor infraestrutura e melhores condições socioeconômicas. Já a presença de jovens contribuiu para a definição de vulnerabilidade social de setores próximos às drenagens e em bairros periféricos de Fortaleza e nos limites desta com Caucaia e Maracanaú.

Grupo 5 – Vulnerabilidade social baixa

O grupo 5 corresponde ao conjunto de setores censitários que apresentam baixa condição de vulnerabilidade social. Os setores que formam esse grupo se concentram majoritariamente no Município de Fortaleza, localizados em áreas de urbanização consolidada, cujas melhores condições socioeconômicas e de infraestrutura lhes conferem baixa condição de vulnerabilidade aos perigos naturais.

Esse grupo totaliza 278 setores censitários (29,76% do total) que englobam um contingente populacional de 239.914 habitantes (24,21% do total), ocupando 58.542 domicílios (24,44% do total) em uma área total de 47,83 km² (14,03% do total).

O contingente populacional do grupo 5, em relação à área que ocupa, confere-lhe a maior densidade demográfica dentre todos os grupos (5.015,97 hab./

km²). Isso se explica pelo fato de que mais de 95% dos setores desse grupo se encontram em Fortaleza e sobretudo em bairros cuja urbanização é mais consolidada, resultando em setores censitários espacialmente reduzidos e populosos.

Quanto à espacialização dos setores censitários que formam o grupo 5, pode-se dizer que há quatro padrões básicos de distribuição:

- porção norte da bacia (região noroeste de Fortaleza) – setores com urbanização consolidada, com boas condições de infraestrutura e margeando as principais avenidas, notadamente as avenidas Bezerra de Menezes e Mister Hull, nos bairros Quintino Cunha, Antonio Bezerra, Padre Andrade, Presidente Kennedy, São Gerardo e Parquelândia;
- porção central da bacia (região oeste de Fortaleza) – bairros populares com diferenciações socioespaciais; alguns setores desses bairros com urbanização consolidada, com boas condições de infraestrutura e margeando as principais avenidas (avenidas João Pessoa, Osório de Paiva, etc.); conjuntos habitacionais dotados de relativamente boas condições de infraestrutura; bairros Parangaba, Jóquei Clube, Autram Nunes, Dom Lustosa, Henrique Jorge, Bom Sucesso, Vila Pery, Conjunto Ceará;
- Grande Bom Jardim (região sudoeste de Fortaleza) – bairros populares e periféricos com fortes diferenciações socioespaciais; alguns setores desses bairros com urbanização relativamente consolidada, com regulares condições de infraestrutura e margeando as principais avenidas; conjuntos habitacionais dotados de relativamente boas condições de infraestrutura; Granja Lisboa (norte do bairro), Granja Portugal, Bom Jardim (norte do bairro e margens da avenida Osório de Paiva);
- porção sul (municípios de Maracanaú e Maranguape) – loteamentos e conjuntos habitacionais periféricos com fortes diferenciações socioespaciais; alguns setores desses bairros com urbanização relativamente consolidada, com regulares condições de infraestrutura e serviços públicos, margeando distritos industriais, ferrovias, avenidas e rodovias estaduais, ou localizados nos distritos sedes de Maracanaú e Maranguape; Conjunto Novo Oriente, Novo Maracanaú, Jereissati I, Pau Serrado, Novo Maranguape I, Centro de Maranguape, Novo Parque Iracema.

Todos os setores apresentam índices de baixa vulnerabilidade relativa aos fatores que formam o IVS (educação, infraestrutura e habitação, presença de idosos e jovens). Alguns setores, entretanto, detêm alguma vulnerabilidade quanto às condições de infraestrutura e moradia. Setores do bairro Quintino Cunha, um próximo a um canal afluente do rio Maranguapinho e outro margeando a fer-

rovia que liga Fortaleza a Caucaia, detêm índices significativos de carência de infraestrutura e condições de moradia. Outro setor com as mesmas características localiza-se no bairro Alto Alegre (limite entre Fortaleza e Maracanaú).

Grupo 6 – Vulnerabilidade social muito baixa

O grupo 6 apresenta índices de vulnerabilidade social muito baixos. Analisando-se a Tabela 3.5, pode-se notar que o grupo 6 detém um total de 130 setores censitários (13,92% do total de setores), cuja população perfaz 74.417 habitantes (7,51% do total), habitando 18.699 domicílios (7,80% do total) numa área de 40,64 km² (11,92% do total). A densidade demográfica desse grupo se encontra entre as mais baixas dentre os demais grupos (1.831,13 hab./km²) e, com exceção do grupo 1, o grupo 6 é o que mostra as menores proporções populacionais.

Isso se justifica pelo fato de que parte majoritária dos setores que formam esse grupo se caracteriza por partes de conjuntos habitacionais populares, conjuntos residenciais isolados, construídos por bancos de fomento à habitação, e condomínios de prédios residenciais, todos com boas condições de infraestrutura e habitação, baixa presença de jovens e idosos, população com mais anos de estudo.

Outros setores formam áreas pouco ou nada habitadas, tais como parques públicos e áreas verdes, áreas institucionais, terrenos privados com uso não residencial, área de mangue na foz do rio Maranguapinho, e áreas rurais nos municípios de Maracanaú e Maranguape.

Mesmo com baixíssimos índices de vulnerabilidade social, alguns setores apresentaram vulnerabilidade em alguma dimensão (fator), caso de um setor censitário num conjunto habitacional de Caucaia, limite com o Conjunto Ceará, que detém problemas de infraestrutura e habitação, mas que apresenta baixíssimos índices nos demais fatores.

Com base nas análises anteriores e de acordo com a Tabela 3.5, pode-se concluir que, no conjunto de 934 setores censitários que formam a bacia hidrográfica do rio Maranguapinho, 219 (23,45%) apresentaram vulnerabilidade social entre média e alta e muito alta. Isso corresponde a um contingente populacional de 339.545 habitantes ou aproximadamente 34,25% da população total da bacia. Além disso, tem-se que 81.270 famílias se encontram em algum nível de vulnerabilidade social no âmbito da bacia hidrográfica do rio Maranguapinho.

Esses dados mostram uma parcela significativa das desigualdades socioespaciais da RMF, refletindo um relevante contingente populacional que detém graves problemas sociais, representados por analfabetismo e/ou poucos anos de

Tabela 3.5 – Correlação entre os grupos do Índice de Vulnerabilidade Social (IVS) e os números de setores censitários correspondentes e suas respectivas população, domicílios e área (km²). Valores absolutos e relativos

Grupo	Setores censitários		População		Domicílios		Área (km ²)		Índice de Vulnerabilidade Social (IVS)
	Abs.	%	Abs.	%	Abs.	%	Abs.	%	
1	4	0,43	15.361	1,55	4.135	1,73	4,17	1,23	Vulnerabilidade muito alta
2	48	5,14	94.502	9,53	22.566	9,42	59,44	17,43	Vulnerabilidade alta
3	167	17,88	229.682	23,17	54.569	22,78	101,41	29,74	Vulnerabilidade média a alta
4	307	32,87	337.286	34,03	81.043	33,83	87,45	25,65	Vulnerabilidade média a baixa
5	278	29,76	239.914	24,21	58.542	24,44	47,83	14,03	Vulnerabilidade baixa
6	130	13,92	74.417	7,51	18.699	7,80	40,64	11,92	Vulnerabilidade muito baixa
Total	934	100,00	991.162	100,00	239.554	100,00	340,94	100,00	

Fonte: Dados da pesquisa; adaptados do Censo 2000 IBGE e retratados de Brasil (2008).

Obs.: Os dados de população, domicílios e área se encontram superestimados; os valores referentes aos setores censitários inclusos nas bordas da área da bacia foram tomados na sua totalidade, sendo que estes se encontram recortados ao longo dos limites da bacia.

estudos formais, carências no acesso a serviços públicos (educação, saúde, segurança, saneamento básico, entre outros), habitando em moradias precárias e improvisadas, chefiadas frequentemente por jovens (com até 19 anos) e do sexo feminino.

Essas características perversas tornam esses indivíduos susceptíveis aos perigos naturais, susceptibilidade agravada pelo adensamento urbano e pela forma desorganizada e descontrolada com que se deu a urbanização na RMF e pelas precaríssimas condições sociais desse importante contingente populacional vulnerável.

3.2 Índice de Vulnerabilidade Físicoespacial às Inundações (IVFI): exposição aos perigos naturais

A fragilidade física ou exposição se configura como um dos principais fatores que dão origem à condição de vulnerabilidade,⁵ de acordo com Cardona (2004). Para o autor, exposição é a condição de susceptibilidade que apresenta um assentamento humano de ser afetado por estar numa área de influência de fenômenos perigosos e por sua falta de resistência física diante deles.

A ameaça de exposição (vulnerabilidade física) depende da proximidade ao perigo natural, da velocidade do início do evento, da duração do evento, de sua extensão espacial e da probabilidade (risco) com que um perigo de magnitude e frequência específicas ocorre (Cutter, 2005; Gall, 2007). A avaliação da vulnerabilidade física é mais recorrente ao longo da história da pesquisa sobre a ocorrência e impactos dos perigos naturais (Cannon, 1994; Hill & Cutter, 2002; Gall, 2007).

Para a United Nations Development Programme (UNDP, 2004, p.31), a exposição física também se refere ao número de pessoas localizadas em áreas onde eventos perigosos ocorrem com frequência. Além disso, a exposição física é condição *sine qua non* para a existência do risco de desastres, ou seja, sem pessoas expostas a eventos perigosos, não há risco à vida humana.

Além de definir a quantidade de pessoas expostas a um fenômeno perigoso, para Burton et al. (1978, p.22) é preciso, para criar subsídios para o aumento da capacidade de resposta aos perigos naturais, estabelecer parâmetros específicos do fenômeno perigoso. Os autores destacam a magnitude, frequência, duração, extensão espacial, velocidade do início do evento, dispersão espacial e temporal.

5. Para Cardona (2004), além da exposição, os fatores formadores da vulnerabilidade são a fragilidade social e a falta de resiliência.

Dessa forma, a elaboração do Índice de Vulnerabilidade Fisicoespacial às Inundações (IVFI) da bacia hidrográfica do rio Maranguapinho visa a criar um modelo espaçotemporal do risco de exposição às inundações mediante a *extensão espacial* dos eventos de inundação, de acordo com a *frequência* desses eventos, ou seja, a probabilidade de ocorrência representada pelo tempo de retorno.⁶

O IVFI foi elaborado com substrato na delimitação das áreas de inundação do rio Maranguapinho, de acordo com os referidos tempos de retorno. A delimitação das áreas de inundação e a definição dos tempos de retorno foram obtidas com base nos resultados dos *Estudos hidrológicos e hidráulicos da bacia hidrográfica do rio Maranguapinho*, realizados pela Associação Técnico-Científica Engenheiro Paulo de Frontin (Astef), sediada na Universidade Federal do Ceará, e encomendados pelo governo do Estado do Ceará, em 2006, para subsidiar a elaboração e a execução do Programa de Melhorias Urbana e Ambiental do Rio Maranguapinho – Promurb Maranguapinho,⁷ em 2007.

Os estudos hidrológicos e hidráulicos da bacia hidrográfica do rio Maranguapinho foram realizados com o intuito de avaliar as projeções existentes para a ocupação da bacia sob a influência de eventos de inundação, e medir a viabilidade da construção de represas de contenção de cheias. Para isso, foram realizados a caracterização hidrológica preliminar da bacia e os estudos hidrológicos e hidráulicos das cheias do rio Maranguapinho (Ceará, 2006).

Quanto à metodologia, os estudos utilizaram, de forma integrada, aplicativos computacionais na elaboração de mapas (AutoCAD MAP 2000), na formulação de modelos digitais de elevação (MDE) e de banco de dados para uso em SIG (ArcView GIS 3.2), para simulações hidrológicas (HEC-HMS) e simulações hidráulicas (HEC-RAS) (Figura 3.13).

6. Tempo de retorno é a probabilidade de ocorrência de um determinado evento.

7. “O Projeto prevê ações de infraestrutura de saneamento e de construções de habitações para o remanejamento populacional das comunidades de alto risco situadas às margens do Rio Maranguapinho, que estejam sujeitas a inundações frequentes pelo mesmo, e, o estabelecimento de um programa de convivência com as cheias do rio para as populações normalmente afetadas por alagamentos temporários de alta recorrência hidrológica. O cerne do projeto é formado por um conjunto de ações estruturais e não estruturais na área da habitação popular e no saneamento ambiental destacando-se a proposição de um novo modelo de gestão e convivência com as cheias urbanas, tendo como área-piloto a bacia do Rio Maranguapinho na Região Metropolitana de Fortaleza. Constitui-se de uma combinação de intervenções que inclui: *obras de controle e amortecimento de ondas de cheias*, visando diminuir a faixa de inundações, além de reduzir o número de famílias relocáveis; *obras de desassoreamento* (dragagem do rio); *obras de infraestrutura e saneamento* e; *obras de habitação popular*, para remanejamento de famílias vivendo em áreas de risco ao longo do Rio Maranguapinho” (Ceará, 2007).

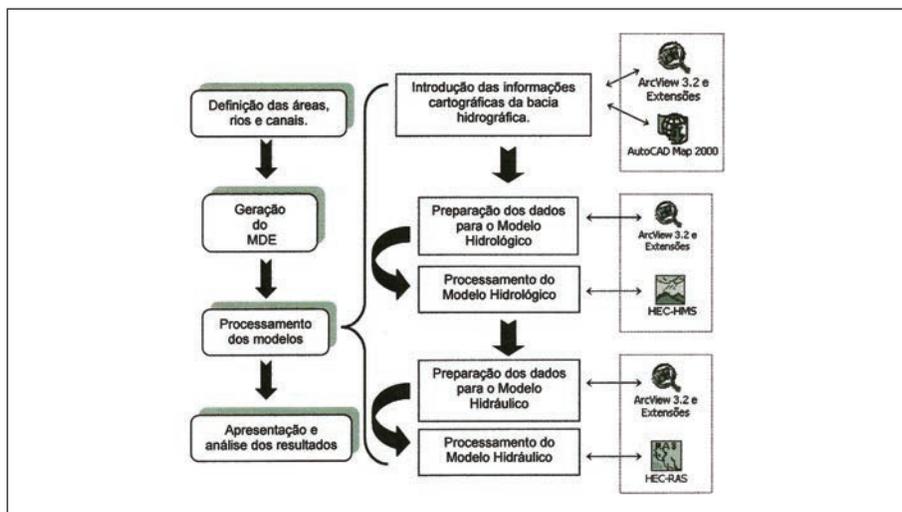


Figura 3.13 – Etapas básicas para a elaboração dos estudos hidrológicos e hidráulicos da bacia hidrográfica do rio Maranguapinho, realizado pela Astef. *Fonte:* Extraído de Ceará, 2006.

Para a realização dos estudos hidrológicos preliminares, foram utilizadas bases cartográficas em formato digital (DWG), principalmente cartas topográficas a serem manipuladas no programa AutoCAD MAP 2000. A cartografia utilizada foi a seguinte:

- curvas de nível, escala 1:100.000, espaçamento entre curvas de 40 metros, da RMF;
- mapa da rede hidrográfica, escala 1:100.000, da RMF;
- curvas de nível, escala 1:2.000, espaçamento entre curvas de 1 metro, do Município de Fortaleza (Figura 3.14); e
- mapa da rede hidrográfica, escala 1:2.000, do Município de Fortaleza.

Esses dados foram utilizados para a delimitação da bacia hidrográfica, sua localização, e elaboração de um modelo digital de elevação (MDE) (Figura 3.15) para uso nos estudos hidrológicos e hidráulicos. Vale ressaltar que a cartografia de escala 1:100.000, em função do pouco detalhamento, foi utilizada na delimitação da bacia, na sua localização e na formulação do MDE da região das nascentes do rio Maranguapinho. Já a cartografia de detalhe foi utilizada na elaboração do MDE da área drenada pela bacia hidrográfica do rio Maranguapinho no Município de Fortaleza, sendo este uma importante fonte de elementos topográficos necessários nos estudos hidrológicos e hidráulicos.

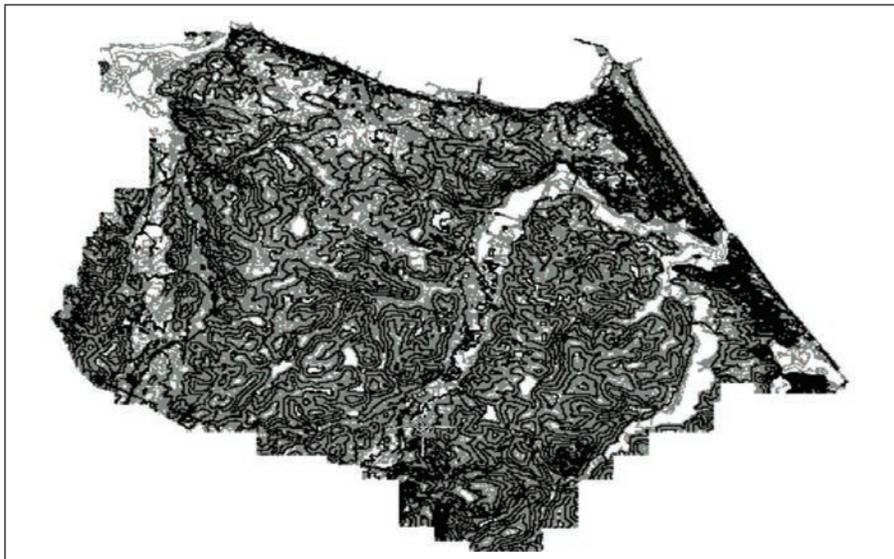


Figura 3.14 – Curvas de nível do Município de Fortaleza, em escala 1:2.000 e espaçamento entre curvas de 1 metro. *Fonte:* Extraído de Ceará, 2006.

Além disso, foram estabelecidas algumas características físicas do regime hidrológico da bacia, tais como área de drenagem, perímetro da bacia, coeficiente de capacidade, fator de forma, sistema de drenagem, comprimento do talvegue, ordem da bacia, densidade da drenagem, extensão média do escoamento superficial, sinuosidade e declividade do canal principal, declividade média da bacia, elevação média da bacia, altitudes máxima, mínima e média (Ceará, 2006).

Os estudos hidrológicos foram realizados para a obtenção das vazões máximas referentes aos períodos de retorno 2, 5, 10, 20, 50 e 100 anos, no intuito de se estabelecer a viabilidade da construção de barragens ao longo da bacia, para reduzir os picos de cheias. Resumidamente, a metodologia utilizada nessa etapa consistiu em, para os períodos de retorno, 2, 5, 10, 20, 50 e 100 anos:

- reunir dados de precipitação da área drenada pela bacia do rio Maranguapinho;
- calcular a média das máximas precipitações ocorridas no âmbito da bacia;
- distribuir temporalmente a precipitação máxima esperada; e
- obter o escoamento superficial referente à máxima precipitação.⁸

8. Para mais detalhes sobre a metodologia empregada na realização dos estudos hidrológicos da bacia hidrográfica do rio Maranguapinho, confira Ceará (2006).

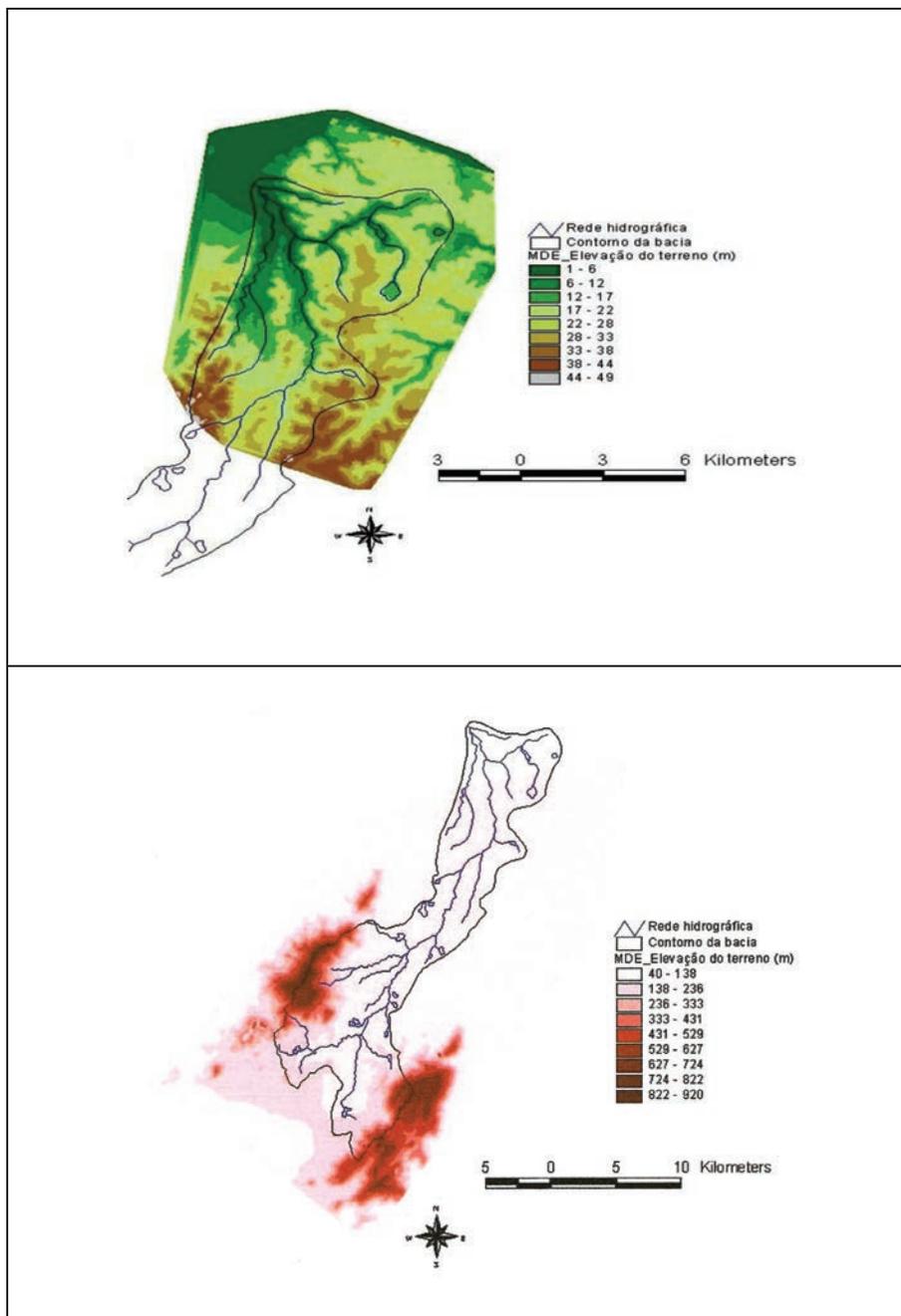


Figura 3.15 – Modelos digitais de elevação gerados pela Astef, com base nas curvas de nível em escala 1:2.000 (em cima) e 1:100.000 (embaixo). Fonte: Extraído de Ceará, 2006.

Os principais resultados dos estudos hidrológicos foram a elaboração de hidrogramas dos elementos constituintes do sistema hidrológico da bacia, a determinação das vazões máximas nos diversos elementos hidrológicos, e a análise comparativa e de viabilidade da inserção de barragens no sistema hidrográfico, visando ao amortecimento de cheias.⁹

Para a elaboração do IVFI para a bacia hidrográfica do rio Maranguapinho, os *estudos hidráulicos* realizados pela Astef foram primordiais, pois essa etapa teve como um de seus objetivos a definição das áreas de inundação do rio Maranguapinho, para os períodos de retorno 2, 5, 10, 20, 50 e 100 anos.

Os estudos hidráulicos consistem em definir o comportamento e as características do escoamento da água nos canais e nas suas margens. Nesse sentido, o uso de métodos numéricos e computacionais aplicados a diversos programas é importante ferramenta na modelagem do comportamento da água nos rios, ajudando na resolução de problemas ligados ao escoamento da água (Ceará, 2006).

A simulação hidráulica de trechos de rios, incluindo calha, margens e áreas de inundação, pode ser realizada com uma variedade de programas computacionais. Tais programas utilizam, para o cálculo das elevações do nível da água em canais artificiais e rios, modelos de perfil da linha da água, que simulam situações de escoamento, permitindo a análise hidráulica do trecho, a partir de resultados gerados nas seções estabelecidas para o estudo. (Ceará, 2006, p.30)

Assim, para a identificação das características do escoamento do rio Maranguapinho, e a obtenção de perfis transversais e longitudinais da linha d'água, a área e o gradiente de inundação da bacia para os períodos de retorno 2, 5, 10, 20, 50 e 100 anos, foram realizadas as seguintes etapas: composição do esquema hidráulico (geometria da área e tipo de escoamento), uso das vazões máximas obtidas nos estudos hidrológicos para a definição de cálculos hidráulicos, simulações

9. Os estudos hidrológicos foram realizados visando comparar o comportamento das cheias do rio Maranguapinho nas seguintes situações: sem barragem, com três barragens, com duas barragens nas cabeceiras da bacia, e com uma barragem no seu médio curso. Chegou-se à conclusão de que a construção de uma barragem no seu médio curso já produziria resultados significativos no amortecimento das cheias do rio Maranguapinho, proposta que foi utilizada no Promurb Maranguapinho. Entretanto, sabe-se que medidas estruturais, tais como a construção de barragens e canais, dão uma falsa sensação de segurança à população e ao poder público. Nesse caso, dado que a barragem que está sendo construída (outubro de 2009) deverá amortecer inundações de período de retorno de no máximo vinte anos. Mais considerações sobre o Promurb Maranguapinho foram feitas nas conclusões desta tese.

hidráulicas em função da proposta de inserção de três barragens na bacia hidrográfica, e verificar a funcionalidade das barragens.

No que concerne à delimitação das áreas de inundação do rio Maranguapinho, foram utilizados dados topográficos para a produção de perfis transversais ao longo do rio, num trecho de 33,4 km, nos municípios de Maranguape, Maracanaú e Fortaleza. De acordo com os relatórios dos estudos hidráulicos realizados pela Astef, o rio Maranguapinho foi dividido em três trechos, contendo um total de 173 seções transversais elaboradas no programa AutoCAD MAP 2000 (Figura 3.16), no sentido jusante-montante; tem-se a seção S. 173 no trecho 03, até a seção S. 01, no trecho 01.

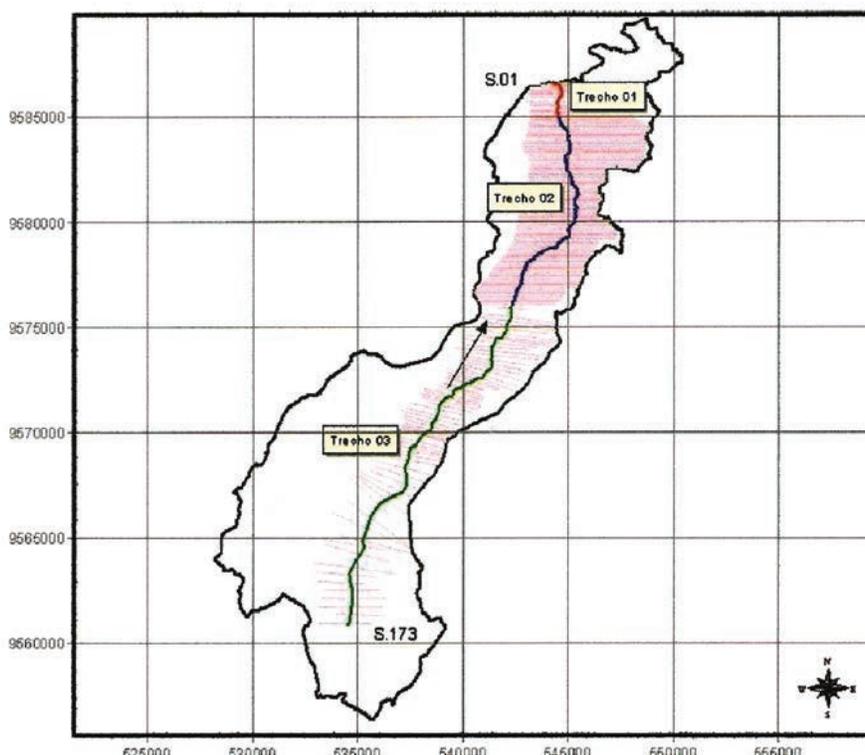


Figura 3.16 – Trechos e seções transversais utilizados nos estudos hidráulicos da bacia hidrográfica do rio Maranguapinho, realizados pela Astef. Fonte: Extraído de Ceará, 2006.

As seções transversais do rio Maranguapinho, requeridas para a simulação hidráulica, foram obtidas de acordo com dados topográficos digitalizados (MDE, já citados) e por medições de campo (por meio de aparelho topográfico digital – Estação Total – e aparelho GPS).

Além dos perfis, definiram-se nos estudos hidráulicos características relevantes do rio Maranguapinho para a simulação hidráulica, tais como a calha, as margens, o sentido do fluxo, e os diferentes coeficientes de rugosidade ou de *Manning*.

Para a simulação hidráulica, utilizou-se o programa HEC-RAS integrado ao programa ArcView GIS 3.2 para a retirada de informações topográficas dos MDEs. Assim, foram obtidos como resultados dos estudos hidráulicos: as principais características do escoamento no rio Maranguapinho, incluindo a classificação do escoamento, a velocidade do fluxo e o escoamento na calha e nas margens; os perfis longitudinais e transversais da linha d'água; o gradiente das cotas de inundação na bacia; e, por fim, *as áreas de inundação da bacia, de acordo com os períodos de retorno 2, 5, 10, 20, 50 e 100 anos*¹⁰ (Figura 3.17).

Esse último resultado serviu de referência para a elaboração do IVFI na bacia hidrográfica do rio Maranguapinho. Inicialmente, foram escolhidos esse estudo e seus resultados de forma específica, dada a possibilidade de se hierarquizar do ponto de vista espacial e temporal os riscos de ocorrência de inundações na bacia estudada.

Na sequência, em função da quantidade de tempos de retorno determinadas nos estudos hidráulicos da Astef e da possibilidade de tornar mais simplificada e mais compreensível a leitura, tanto do índice a ser produzido quanto da sua representação espacial (em mapa), e levando-se em conta o fato de que este índice será posteriormente sobreposto ao IVS, preferiu-se delimitar quatro intervalos de tempo de retorno (TR) para a composição do IVFI, quais sejam:¹¹

10. Além disso, os estudos hidrológicos e hidráulicos do rio Maranguapinho, produzidos pela Astef, concluíram que, em função de a bacia drenar uma área predominantemente urbana, ela apresenta alto potencial de inundação, além do fato de haver intensa e crescente impermeabilização do solo e estreitamento do leito do rio pelo assoreamento e deposição de resíduos sólidos em suas margens e leito. Assim, a bacia possui reduzidas características de contenção de cheias, agravadas pela ocupação dos espaços periodicamente inundados por população exposta aos riscos de perdas humanas e materiais, justificando o investimento em medidas estruturais e não estruturais (Ceará, 2006).

11. Escolheram-se especificamente esses intervalos de tempo de retorno, pois a TR 2 anos corresponde à maior probabilidade de ocorrência de inundações, portanto, de maior risco e vulnerabilidade; TR 20 anos corresponde ao tempo de retorno estabelecido como limite de projeto do Promurb Maranguapinho; e TR 100 anos corresponde à cota máxima de uma inundação em 100 anos, de acordo com os estudos hidráulicos da Astef.

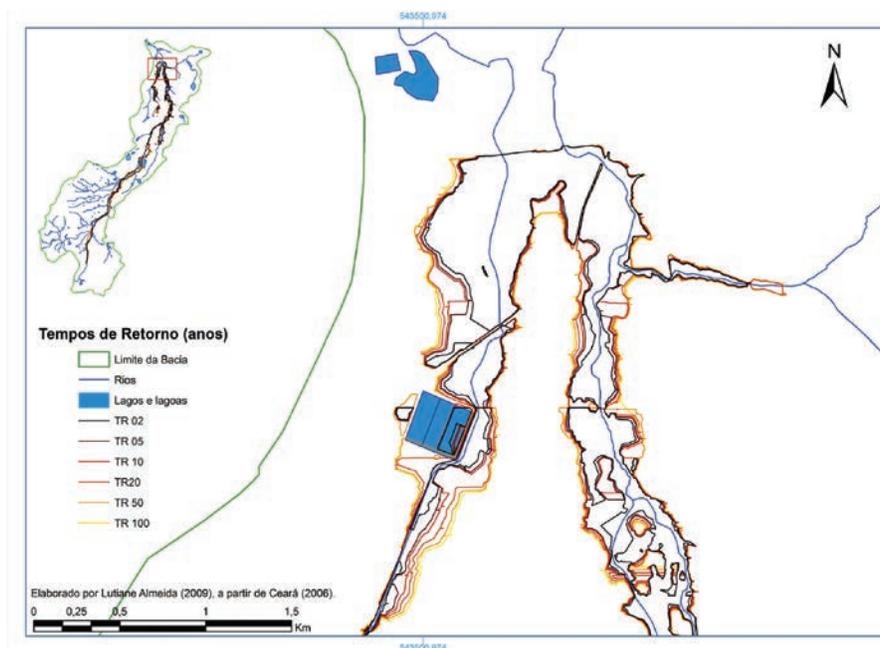


Figura 3.17 – Áreas de inundação da bacia hidrográfica do rio Maranguapinho, por tempo de retorno em anos. Detalhe do baixo curso do rio. *Fonte:* Elaborado por Lutiane Almeida (2009), a partir de Ceará (2006).

- A. $TR \leq 2$ anos, correspondendo ao intervalo entre o canal principal do rio Maranguapinho (e de alguns afluentes) e a linha de inundação de tempo de retorno de 2 anos produzida nos estudos hidráulicos da Astef;
- B. $TR \leq 20$ anos, correspondendo ao intervalo entre a linha de inundação de tempo de retorno de 2 anos e a linha de inundação de tempo de retorno de 20 anos também produzida nos estudos hidráulicos da Astef;
- C. $TR \leq 100$ anos, correspondendo ao intervalo entre a linha de inundação de tempo de retorno de 20 anos e a linha de inundação de tempo de retorno de 100 anos;
- D. $TR > 100$ anos, correspondendo à área exterior à linha de inundação de tempo de retorno de 100 anos.

Dessa forma, no intuito de hierarquizar a vulnerabilidade espaçotemporal às inundações na bacia hidrográfica do rio Maranguapinho, atribuiu-se a seguinte gradação para os tempos de retorno de inundação:

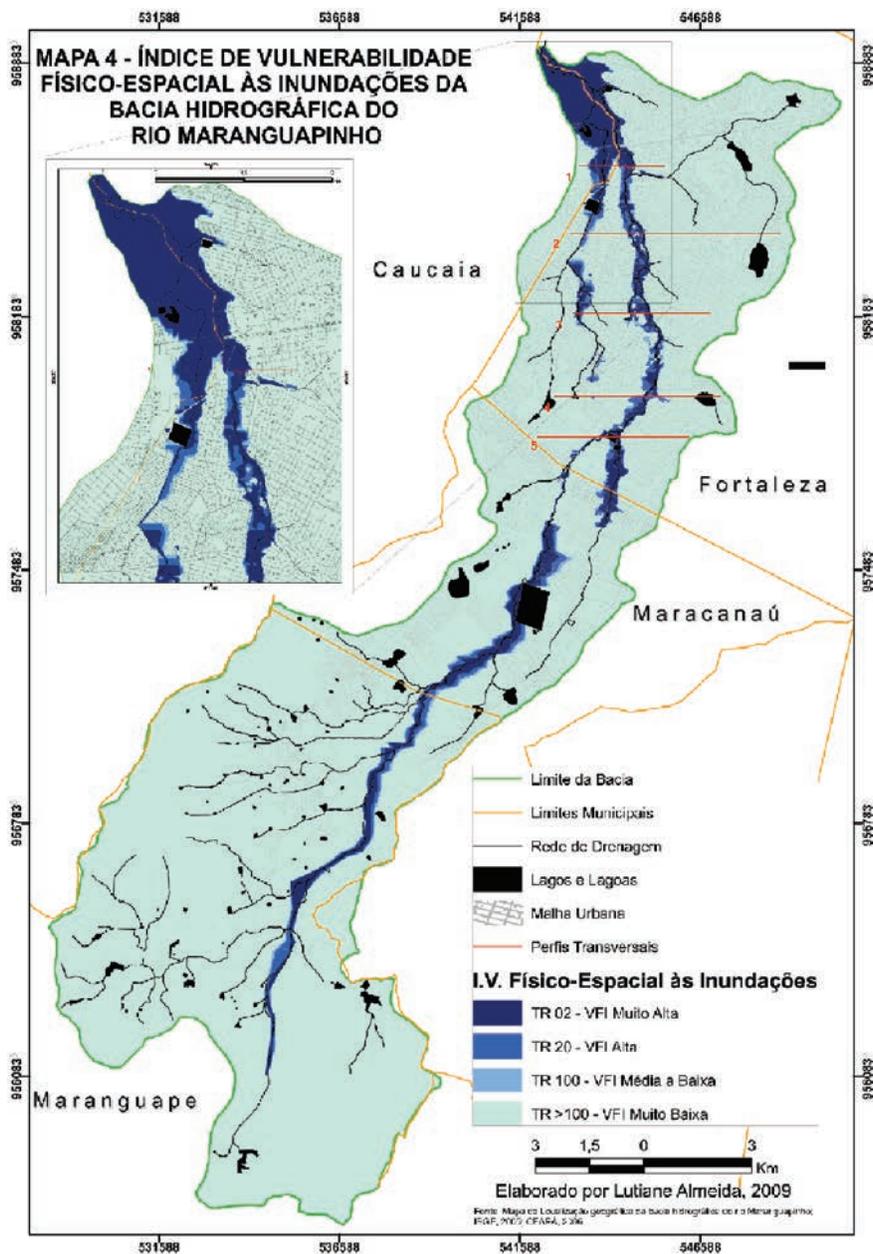
- A. $TR \leq 2$ anos – *Vulnerabilidade fisicoespacial à inundação muito alta*, em função da maior probabilidade (50%) de ocorrência de inundação no espaço abrangido por esse índice; área exposta: 10,67 km² (4,91% da área total da bacia);
- B. $TR \leq 20$ anos – *Vulnerabilidade fisicoespacial à inundação alta*, dada a probabilidade de 5% de ocorrência de inundação no espaço abrangido por esse índice; área exposta: 14,70 km² (6,77% da área total da bacia);
- C. $TR \leq 100$ anos – *Vulnerabilidade fisicoespacial à inundação média a baixa*, já que a probabilidade de ocorrência de inundação no espaço abrangido por esse índice é de 1%; área exposta: 16,70 km² (7,7% da área total da bacia);
- D. $TR > 100$ anos – *Vulnerabilidade fisicoespacial à inundação muito baixa*, já que a probabilidade de ocorrência de inundação no espaço abrangido por esse índice é de menos de 1%; área exposta: > 16,70 km².

Já na produção do mapa correspondente ao IVFI (Mapa 4), foram utilizadas as linhas de inundação produzidas pelos estudos hidráulicos (Figura 3.17) para a elaboração dos intervalos de tempos de retorno selecionados no IVFI, e produziram-se *shapes* para cada intervalo no programa ArcGIS 9. Em seguida, os *shapes* produzidos foram sobrepostos e atribuiu-se-lhes tonalidade azul para representar as áreas de inundação (Figura 3.18).

Vale ressaltar que foi realizada uma extrapolação das áreas de inundação para os intervalos de tempo de retorno para o restante da bacia, no trecho correspondente ao baixo curso do rio Maranguapinho, já que o estudo elaborado pela Astef não incluiu essa porção da bacia (Figura 3.17). A extrapolação foi feita utilizando-se as curvas de nível em escala 1:2.000, o que possibilitou uma análise mais detalhada do trecho, e comparando-se com os padrões estabelecidos pelos estudos hidráulicos nas demais porções analisadas anteriormente.¹²

Outra limitação do IVFI decorre da ausência de análises das influências marinhas nos estudos hidro/hidráulicos da Astef sobre a bacia hidrográfica do rio Maranguapinho. Sabe-se que, na sua planície fluvio-marinha, há a formação de um ambiente específico de interface dos ambientes litorâneos e fluviais, e que a dinâmica das marés exerce influência relevante na velocidade do escoamento

12. Os estudos hidrológicos e hidráulicos procedidos pela Astef não incluíram o baixo curso do rio Maranguapinho (limitou-se ao norte até a avenida Mister Hull) e alguns afluentes, o que causou algumas limitações na elaboração do IVFI, e foi necessário, dadas as condições socioambientais das comunidades que ocupam espaços susceptíveis às inundações no baixo curso do rio Maranguapinho, proceder à citada extrapolação das linhas de tempo de retorno, incluindo espaços considerados, *a priori*, como de alta vulnerabilidade socioambiental.



Mapa 4. Índice de Vulnerabilidade Físicoespacial às Inundações da bacia hidrográfica do rio Maranguapinho. *Fonte:* Elaborado por Lutiane Almeida, 2009.

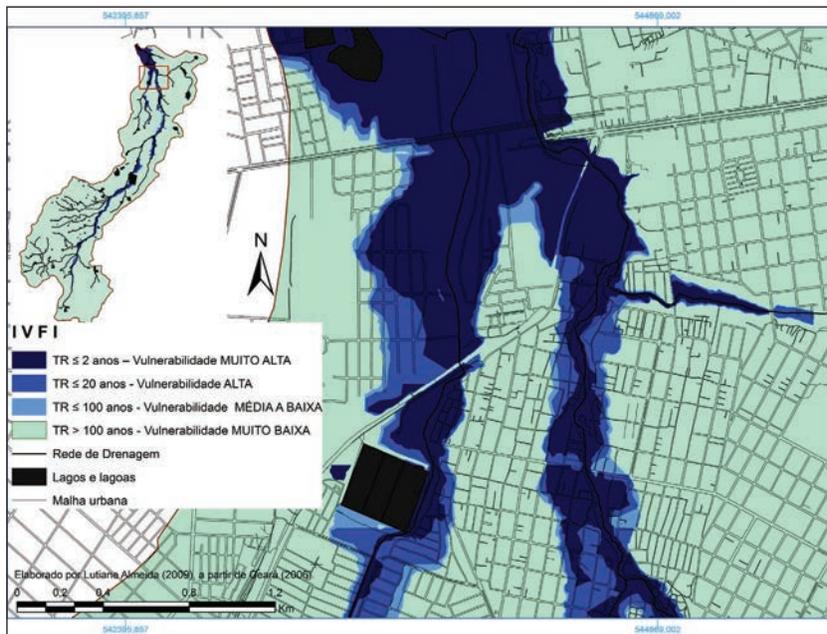


Figura 3.18 – Recorte do mapa do IVFI da bacia hidrográfica do rio Maranguapinho (Mapa 4). Detalhe do baixo curso do rio. *Fonte:* Elaborado por Lutiane Almeida (2009), de acordo com Ceará (2006).

do rio Maranguapinho, o que é, em caso de marés altas, importante agravante quando dos eventos de precipitação intensa e ocorrência de inundações na região.

Já de acordo com a superposição dos setores censitários às áreas correspondentes aos tempos de retorno de inundações elaborados para IVFI, estima-se que um contingente populacional de até 200 mil habitantes esteja exposto ao risco de inundações na bacia hidrográfica do rio Maranguapinho.

As áreas expostas ao risco de inundações variam de acordo com a probabilidade de ocorrência de um evento de determinada área de extensão específica. No caso dos tempos de retorno definidos para o IVFI, as áreas de extensão das inundações para TR 2 anos, TR 20 anos e TR 100 anos são, respectivamente, 10,67 km² (4,91% da área total da bacia de 217,15 km²), 14,70 km² (6,77% da área total da bacia), e 16,70 km² (7,7% da área total da bacia).

Dada a ausência de dados sobre a influência da dinâmica litorânea nos relatórios da Astef, estima-se que as áreas de extensão das inundações e o contingente populacional exposto a esse fenômeno sejam maiores do que o definido na pesquisa. Nesse caso, a ausência de dados sobre a dinâmica litorânea se configura como uma limitação quanto ao uso prático do IVFI, já que este negligencia

ciou um aspecto ambiental relevante à compreensão dos fenômenos de inundação na bacia hidrográfica do rio Maranguapinho.

Na Tabela 3.6, é possível avaliar as áreas de extensão das inundações (largura da seção de escoamento), de acordo com os tempos de retorno TR 2 anos, TR 20 anos e TR 100 anos. Percebe-se que, em função das características topográficas (região plana onde há predomínio de processos de acumulação de sedimentos e velocidade de escoamento reduzida), a seção transversal 1, localizada no baixo curso do rio Maranguapinho, apresenta maiores valores das áreas de extensão das inundações (largura da seção de escoamento). Já no que concerne ao escoamento, percebe-se que a vazão é relativamente menor se comparada aos outros trechos localizados no médio curso (cf. seções transversais no Mapa 4).

3.3 Índice de Vulnerabilidade Socioambiental (IVSA)

A integração ou sobreposição dos mapas produzidos com base no Índice de Vulnerabilidade Social (IVS) e no Índice de Vulnerabilidade Fisicoespacial às Inundações (IVFI) possibilitou a identificação e localização dos espaços onde ocorre coincidência de riscos e vulnerabilidades – sociais e ambientais –, resultando no produto final deste trabalho, o Índice de Vulnerabilidade Socioambiental (IVSA) da bacia hidrográfica do rio Maranguapinho, representado graficamente pelo Mapa de Vulnerabilidade Socioambiental.

Inicialmente, definiram-se a legenda do mapa e os respectivos grupos de vulnerabilidade socioambiental mediante o cruzamento dos grupos de vulnerabilidade dos índices produzidos anteriormente (Figura 3.19 e Quadro 3.3). Propôs-se o cruzamento entre os grupos de vulnerabilidade (social e fisicoespacial) com suporte em suas proporcionalidades, ou seja, grupos com hierarquias semelhantes (e. g., vulnerabilidade social alta/vulnerabilidade fisicoespacial alta).

A sobreposição dos mapas realizada no programa ArcGIS 9.2 seguiu a legenda elaborada anteriormente e integrou os setores censitários do IVS com as áreas de extensão espacial das inundações do IVFI que apresentavam índices de vulnerabilidade proporcionais, formando assim grupos homogêneos de vulnerabilidade socioambiental e possibilitando a identificação e localização de espaços em que ocorre coincidência de vulnerabilidades sociais e ambientais.

De acordo com o Mapa de Vulnerabilidade Socioambiental da bacia hidrográfica do rio Maranguapinho (Mapa 5), é possível distinguir *quatro padrões espaciais* de distribuição de espaços vulneráveis, que se configuram tanto na justificação da hipótese principal deste livro quanto expõem algumas limitações do seu resultado.

Tabela 3.6 – Medidas hidráulicas para as seguintes seções transversais da bacia hidrográfica do rio Maranguapinho

Seção transversal	Tempo de retorno (anos)	Vazão total (m ³ /s)	Cota mínima do canal (m)	Cota da linha d'água (m)	Altura da linha d'água na calha	Velocidade do escoamento (m/s)	Largura da seção de escoamento (m)	Nº de Froude
1	TR 2	366,12	2,00	4,64	2,64	0,53	982,37	0,12
	TR 20	674,97	2,00	5,02	3,02	0,55	1.120,41	0,11
	TR 100	887,82	2,00	5,24	3,24	0,55	1.204,23	0,11
2	TR 2	354,50	4,00	6,87	2,87	2,21	156,31	0,70
	TR 20	741,75	4,00	7,50	3,50	2,13	424,47	0,69
	TR 100	1.032,20	4,00	7,74	3,74	2,30	485,06	0,68
3	TR 2	354,50	9,00	12,36	3,36	0,75	616,13	0,33
	TR 20	741,75	9,00	12,66	3,66	1,09	765,70	0,42
	TR 100	1.032,20	9,00	12,81	3,81	1,27	865,39	0,47
4	TR 2	354,50	15,00	17,23	2,23	2,76	121,54	0,86
	TR 20	741,75	15,00	18,07	3,07	2,25	669,81	1,02
	TR 100	1.032,20	15,00	18,20	3,20	2,49	703,13	1,03
5	TR 2	354,50	18,00	20,26	2,26	1,96	156,85	0,58
	TR 20	741,75	18,00	20,72	2,72	2,84	187,56	0,77
	TR 100	1.032,20	18,00	20,88	2,88	3,53	201,60	0,94

Fonte: Adaptado por Almeida (2009), com base em Ceará (2006).

ÍNDICE DE VULNERABILIDADE SOCIAL (IVS)		ÍNDICE DE VULNERABILIDADE FISICOESPACIAL ÀS INUNDAÇÕES (IVFI – TEMPOS DE RETORNO)	
1. VS muito alta		A. TR ≤ 2 anos – VFE muito alta	
2. VS alta		B. TR ≤ 20 anos – VFE alta	
3. VS média a alta		C. TR ≤ 100 anos – VFE média a baixa	
4. VS média a baixa		D. TR > 100 anos – VFE baixa a muito baixa	
5. VS baixa			
6. VS muito baixa			

ÍNDICE DE VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAL – IVSA (IVS × IVFI)						
	IVFI	A	B	C	D	
IVS						
1						VSA muito alta
2						VSA alta
3						VSA média a alta
4						VSA média a baixa
5						VSA baixa
6						VSA muito baixa

Figura 3.19 – Metodologia de elaboração da legenda do Mapa de Vulnerabilidade Socioambiental (IVSA) da bacia hidrográfica do rio Maranguapinho. Fonte: Elaborado por Lutiane Almeida (2009).

Quadro 3.3 – Dimensões (sociais e ambientais) responsáveis pela elaboração do IVSA e sua graduação esquemática

Grupo	IVSA	Vulnerabilidades sociais	Vulnerabilidades fisioespaciais às inundações	Graduação esquemática da vulnerabilidade
1	Muito alta	Espaços com fortes carências de infraestrutura urbana (abastecimento de água, coleta e tratamento de esgoto, coleta de lixo, domicílios sem banheiro), condições precaríssimas de habitação (características físicas da habitação e densidade de moradores), carências graves no nível de educação (anos de estudo, analfabetismo), presença numerosa de jovens.	Exposição física alta a muito alta às inundações por conta da ocupação urbana de espaços com probabilidade muito alta de ocorrência desses fenômenos.	IVS +++ (muito alta) IVFI +++ (muito alta) IVSA +++ (muito alta)
2	Alta	Espaços com moderadas a altas condições de carências de infraestrutura urbana (abastecimento de água, coleta e tratamento de esgoto, coleta de lixo, domicílios sem banheiro), condições precárias de habitação (características físicas da habitação e densidade de moradores), carências graves no nível de educação (anos de estudo, analfabetismo), presença de jovens.	Exposição física de alta a muito alta às inundações por conta da ocupação urbana de espaços com probabilidade muito alta de ocorrência desses fenômenos.	IVS ++ (média) IVFI +++ (muito alta) IVSA +++ (alta)

(cont.)

(continuação)

Grupo	IVSA	Vulnerabilidades sociais	Vulnerabilidades físicoespaciais às inundações	Gradação esquemática da vulnerabilidade
2	Alta	Espaços com carências de infraestrutura urbana (abastecimento de água, coleta e tratamento de esgoto, coleta de lixo, domicílios sem banheiro), condições precaríssimas de habitação (características físicas da habitação e densidade de moradores), carências graves no nível de educação (anos de estudo, analfabetismo), presença numerosa de jovens.	Exposição física de moderada a baixa às inundações por conta da ocupação urbana de espaços com probabilidade relativamente baixa de ocorrência desses fenômenos.	IVS +++ (muito alta) IVFI ++ (média) IVSA +++ (alta)
3	Média a alta	Espaços com carências de infraestrutura urbana (abastecimento de água, coleta e tratamento de esgoto, coleta de lixo, domicílios sem banheiro), condições precaríssimas de habitação (características físicas da habitação e densidade de moradores), carências graves no nível de educação (anos de estudo, analfabetismo), presença numerosa de jovens.	Exposição física baixa a muito baixa às inundações por conta da ocupação urbana de espaços com probabilidade relativamente baixa a muito baixa de ocorrência desses fenômenos.	VS +++ (muito alta) IVFI + (baixa) IVSA ++ (média a alta)
		Espaços com moderadas a baixas condições de carências de infraestrutura urbana (abastecimento de água, coleta e tratamento de esgoto, coleta de lixo, domicílios sem banheiro), alguma precariedade de habitação (características físicas da habitação e densidade de moradores), carências moderadas no nível de educação (anos de estudo, analfabetismo), presença de jovens e idosos.	Exposição física alta a muito alta às inundações por conta da ocupação urbana de espaços com probabilidade muito alta de ocorrência desses fenômenos.	IVS + (baixa) IVFI +++ (muito alta) IVSA ++ (média a alta)
4	Média a baixa	Espaços com moderadas a altas condições de carências de infraestrutura urbana (abastecimento de água, coleta e tratamento de esgoto, coleta de lixo, domicílios sem banheiro), condições precárias de habitação (características físicas da habitação e densidade de moradores), carências graves no nível de educação (anos de estudo, analfabetismo), presença de jovens.	Exposição física baixa a muito baixa às inundações por conta da ocupação urbana de espaços com probabilidade relativamente baixa a muito baixa de ocorrência desses fenômenos.	IVS ++ (média) IVFI + (baixa) IVSA ++ (média a baixa)
		Espaços com moderadas a baixas condições de carências de infraestrutura urbana (abastecimento de água, coleta e tratamento de esgoto, coleta de lixo, domicílios sem banheiro), alguma precariedade de habitação (características físicas da habitação e densidade de moradores), carências moderadas no nível de educação (anos de estudo, analfabetismo), presença de jovens e idosos.	Exposição física alta a muito alta às inundações por conta da ocupação urbana de espaços com probabilidade muito alta de ocorrência desses fenômenos.	VS + (baixa) IVFI +++ (muito alta) IVSA ++ (média a baixa)

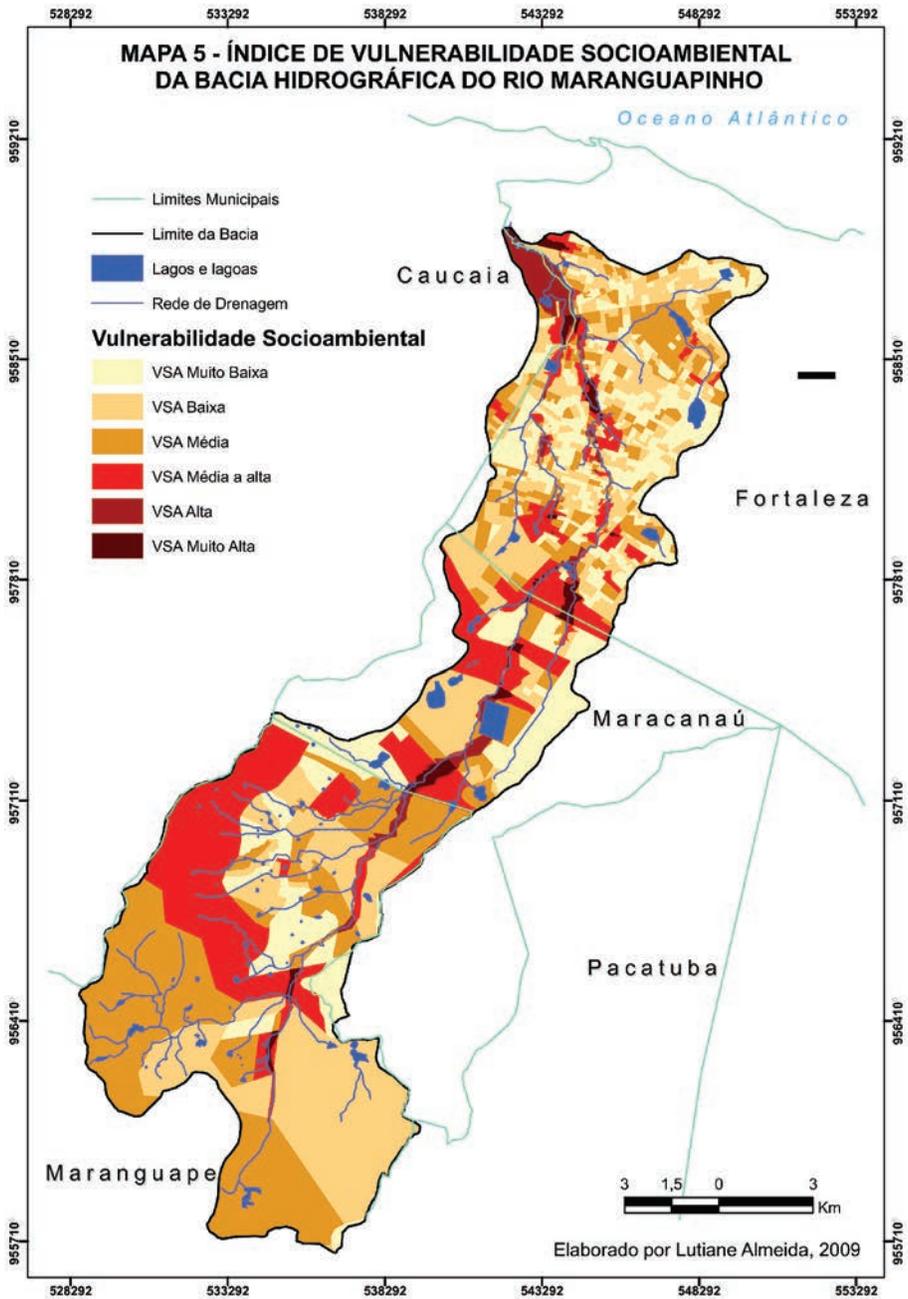
(cont.)

(continuação)

Grupo	IVSA	Vulnerabilidades sociais	Vulnerabilidades físicoespaciais às inundações	Gradação esquemática da vulnerabilidade
5	Baixa	Espaços com moderadas a baixas condições de carências de infraestrutura urbana (abastecimento de água, coleta e tratamento de esgoto, coleta de lixo, domicílios sem banheiro), alguma precariedade de habitação (características físicas da habitação e densidade de moradores), carências moderadas no nível de educação (anos de estudo, analfabetismo), presença baixa de jovens e idosos.	Exposição física baixa a muito baixa às inundações por conta da ocupação urbana de espaços com probabilidade relativamente baixa a muito baixa de ocorrência desses fenômenos.	IVS + (baixa) IVFI + (baixa) IVSA + (baixa)
		Espaços com baixas carências de infraestrutura urbana (abastecimento de água, coleta e tratamento de esgoto, coleta de lixo, domicílios sem banheiro), alguma precariedade de habitação (características físicas da habitação e densidade de moradores), carências baixas no nível de educação (anos de estudo, analfabetismo), presença baixa de jovens e idosos.	Exposição física alta a muito alta às inundações por conta da ocupação urbana de espaços com probabilidade muito alta de ocorrência desses fenômenos.	IVS + (baixa) IVFI +++ (muito alta) IVSA + (baixa)
6	Muito baixa	Espaços com baixas a muito baixas carências de infraestrutura urbana (abastecimento de água, coleta e tratamento de esgoto, coleta de lixo, domicílios sem banheiro), baixa precariedade de habitação (características físicas da habitação e densidade de moradores), carências baixas no nível de educação (anos de estudo, analfabetismo), presença baixa de jovens e idosos.	Exposição física baixa a muito baixa às inundações por conta da ocupação urbana de espaços com probabilidade relativamente baixa a muito baixa de ocorrência desses fenômenos.	IVS + (muito baixa) IVFI + (baixa a muito baixa) IVSA + (muito baixa)

Fonte: Elaborado por Lutiane Almeida (2009).

Obs.: Índice de Vulnerabilidade Social (IVS); Índice de Vulnerabilidade Físicoespacial às Inundações (IVFI); grau de vulnerabilidade (+).



Mapa 5. Índice de Vulnerabilidade Socioambiental da bacia hidrográfica do rio Maranguapinho. *Fonte:* Elaborado por Lutiane Almeida, 2009.

Padrão 1 – regiões da bacia detendo condições de alta a muito alta vulnerabilidade socioambiental (de acordo com os setores censitários), localizadas na porção norte da bacia (porção oeste de Fortaleza), em espaços de urbanização mais adensada, e ao longo do canal principal e dos principais afluentes urbanos do rio Maranguapinho; esse padrão confirma a principal hipótese deste estudo de caso: a de que há coincidência espacial entre regiões com fortes vulnerabilidades sociais com aquelas que apresentam intensa exposição física a fenômenos naturais potencializados pela ação humana, como é o caso das inundações, ou seja, há sobreposição de diversos riscos em espaços específicos da bacia (Figura 3.20).

Padrão 2 – porção central da bacia, correspondendo às regiões periféricas de Fortaleza e limites territoriais com o Município de Maracanaú, onde há a tendência ao “espraçamento” da vulnerabilidade em razão da ocorrência de setores censitários espacialmente maiores do que os do padrão 1 (ao mesmo tempo que há menor densidade urbana e demográfica); entretanto, as regiões com alta vulnerabilidade socioambiental ainda coincidem (mesmo que com menor precisão em relação ao padrão 1) com os espaços fortemente expostos à ocorrência de inundações (Figura 3.21).

Padrão 3 – região localizada a sudoeste da bacia, seguindo o canal principal do rio Maranguapinho logo mais ao sul da lagoa de estabilização de Maracanaú, com áreas caracterizadas pelas altas vulnerabilidades socioambientais; são regiões com alta exposição às inundações, mas com baixa densidade urbana e demográfica; nesse caso, a vulnerabilidade socioambiental é potencial se houver futuro adensamento urbano nessa região; assim sendo, essa característica se configura como uma limitação do resultado do trabalho, já que a sobreposição das regiões expostas a inundações se deu com os setores censitários, que nem sempre representam as reais condições urbanas e demográficas da área, mas sim uma delimitação prática de um espaço a ser pesquisado de acordo com os objetivos práticos do IBGE (Figura 3.22)

Padrão 4 – na região sul da bacia, correspondendo à área de localização de várias nascentes do rio Maranguapinho, no Município de Maranguape, há regiões configuradas como de média a alta vulnerabilidade; entretanto, essa condição é parcial, já que são setores censitários com características rurais, especialmente grandes e com baixas densidades urbanas e demográficas, apesar de deterem altas vulnerabilidades sociais, aspecto a ser levado mais em conta no caso de se planejar a alocação de recursos para investimentos na diminuição das desigualdades socioambientais dessa região da bacia (Figura 3.23).

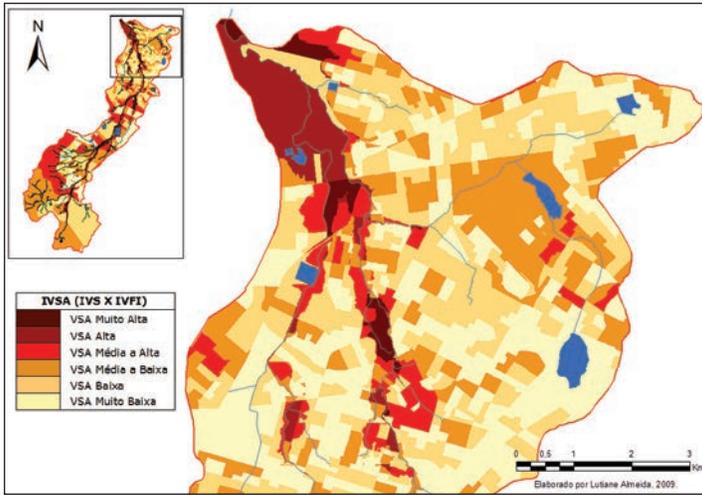


Figura 3.20 – Espaço da bacia hidrográfica do rio Maranguapinho correspondente ao padrão espacial 1 de vulnerabilidade socioambiental. *Fonte:* Elaborado por Lutiane Almeida, 2009.

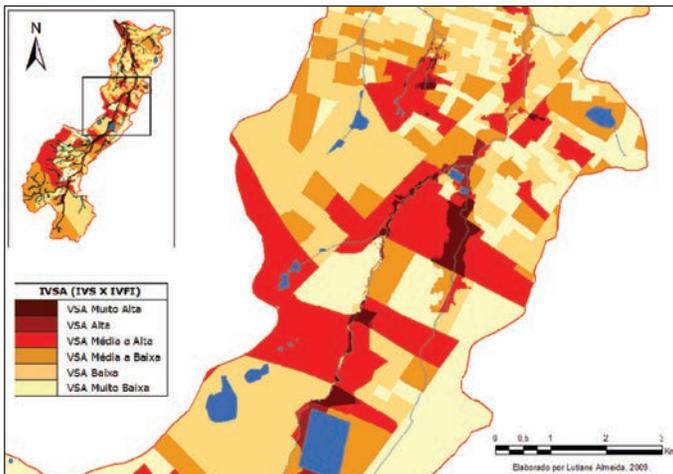


Figura 3.21 – Espaço da bacia hidrográfica do rio Maranguapinho correspondente ao padrão espacial 2 de vulnerabilidade socioambiental. *Fonte:* Elaborado por Lutiane Almeida, 2009.

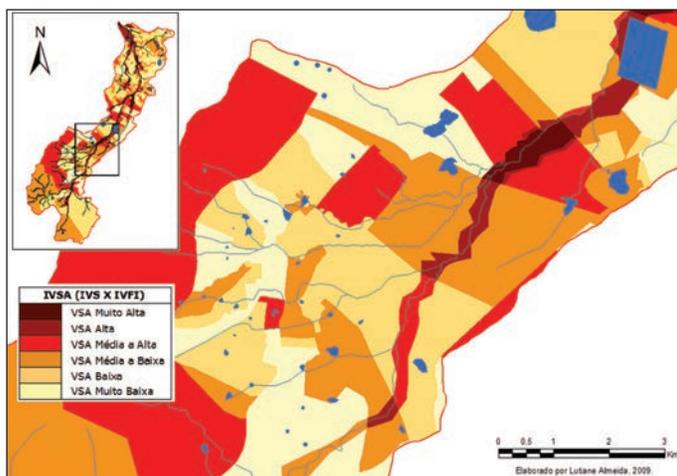


Figura 3.22 – Espaço da bacia hidrográfica do rio Maranguapinho correspondente ao padrão espacial 3 de vulnerabilidade socioambiental. *Fonte:* Elaborado por Lutiane Almeida, 2009.

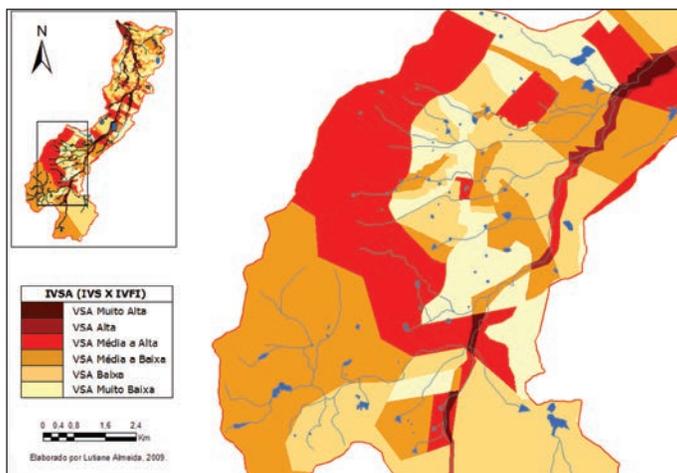


Figura 3.23 – Espaço da bacia hidrográfica do rio Maranguapinho correspondente ao padrão espacial 4 de vulnerabilidade socioambiental. *Fonte:* Elaborado por Lutiane Almeida, 2009.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O principal objetivo deste livro foi analisar as vulnerabilidades socioambientais de rios urbanos, tendo a bacia hidrográfica do rio Maranguapinho, localizada na Região Metropolitana de Fortaleza (RMF), Ceará, como área de estudo para compreensão das inter-relações da exposição física aos riscos naturais, da susceptibilidade social a esses eventos, além da segregação e pobreza no espaço urbano.

A hipótese principal foi a de que há uma sobreposição de riscos em determinados espaços das cidades brasileiras, ou seja, há coincidência entre os espaços susceptíveis a processos naturais perigosos, caso de fenômenos naturais como as inundações, e os espaços da cidade que apresentam as comunidades mais vulneráveis do ponto de vista de seus indicadores sociais, econômicos e de acesso a serviços e infraestrutura urbana. Dito de outra forma, aqueles espaços menos dotados de recursos ocupam os espaços de risco da cidade.

Esse contexto de sobreposição de riscos e vulnerabilidades em espaços específicos das cidades e metrópoles brasileiras passa, também, pela sobreposição de dimensões socioculturais, associadas à forma como a sociedade lida com os territórios expostos à dinâmica físico-natural e com a dinâmica de sobrevivência da população urbana mais vulnerável no que tange ao acesso aos serviços urbanos básicos.

Um dos principais paradoxos da sociedade moderna é a dicotomia entre o homem e a natureza. Esse distanciamento entre a sociedade e a natureza, atrelado à evolução das ciências e das técnicas, tendo como principal mentor histórico René Descartes, contribuiu para a pretensa superação das leis naturais pelo homem. Em relação às cidades – um dos principais (se não o principal) símbolos

de pretensa modificação, superação, distanciamento e negação da natureza –, os ambientes naturais foram tidos por muito tempo como detentores de insegurança.

No Brasil, é histórico o processo de desvalorização e abandono das chamadas áreas de preservação permanentes (APPs), o que inclui os ambientes fluviais, suas margens, canais, várzeas, espaços inundáveis, considerados frequentemente, pela sociedade e pelo poder público, espaços perigosos e insalubres.

Essa desvalorização, aliada à explosão demográfica das cidades brasileiras, a partir da década de 1960, e os problemas advindos com a migração e a concentração populacional, tais como *deficit* habitacional, fizeram que um grande contingente populacional desprovido de renda suficiente para a aquisição de habitações decentes, dotadas de infraestrutura urbana, acesso a serviços públicos e localizadas em espaços ambientalmente seguros, ocupasse as margens dos rios e córregos urbanos, criando assim um intenso conflito dialético entre a pobreza e a dinâmica natural, resultando em territórios de riscos naturais e sociais.

Há, então, nesse contexto, *uma urgência por valorização dos ambientes fluviais urbanos*, ou seja, dotar esses espaços de uma função específica no ambiente das cidades. A criação de parques públicos, de espaços de lazer, atrelados à dotação dos espaços de expansão das águas de inundação periódicas são alguns exemplos. Dessa forma, ao mesmo tempo que há a valorização dos ambientes fluviais, se dá também um dos pilares da gestão de riscos de inundação, a *prevenção* dos desastres causados pela ocupação desordenada de ambientes expostos a perigos naturais.

A gestão de risco, entretanto, como política pública no Brasil, ainda é algo negligenciado, como preconizado por Almeida & Pascoalino (2009). Há uma concentração substancial dos investimentos no que se chama “gestão de crise” ou “gestão do desastre”, ou seja, a ação pública acontece com o objetivo de remediar as consequências de eventos perigosos e causadores de prejuízos materiais e perdas humanas, caso dos eventos de chuva intensa, inundações e escorregamentos de terra ocorridos em novembro de 2008, no Estado de Santa Catarina.

Há ainda muitos problemas conceituais no tocante à definição sobre qual processo o poder público deve atuar: sobre o risco (com ações de previsão, prevenção e proteção) e/ou sobre o desastre (reparação). Como dito no capítulo 1, há ainda muita indefinição no que diz respeito aos conceitos de risco, perigo e desastre. Dessa maneira, *há uma necessidade premente de incorporação dos conceitos de risco, perigo e vulnerabilidade ao sistema de gestão de risco no Brasil, além de mais desenvolvimento de pesquisa acadêmica sobre esses temas.*

Outrossim, mesmo sendo a definição, compreensão e operacionalização problemáticas, em função da complexidade e multidimensionalidade, pode-se

afiançar que o *conceito de vulnerabilidade* pode auxiliar a identificação das características socioespaciais de determinadas comunidades (e indivíduos) que influenciam nas suas capacidades de resposta e recuperação diante dos perigos naturais, como frisam Cutter et al. (2003).

Da mesma forma, a *operacionalização do conceito de vulnerabilidade* pode ser útil na identificação de espaços prioritários para investimentos que possam melhorar as condições de resiliência das comunidades que se apresentam mais propensas aos perigos naturais por suas vulnerabilidades sociais. Assim, o emprego do conceito de vulnerabilidade e a sua operacionalização podem auxiliar a tomada de decisões que possibilitem a redução dos riscos de desastres naturais.

A metodologia de operacionalização desse conceito se baseia na tentativa de sua *mensuração* (entendida aqui como em Birkmann, 2006), viabilizada pela sobreposição de dois indicadores específicos de vulnerabilidade: a *exposição física aos perigos naturais* e a *susceptibilidade social* a esses processos.

O Índice de Vulnerabilidade Socioambiental (IVSA), longe de deter uma metodologia ideal para a representação das vulnerabilidades globais de uma determinada comunidade, prescinde de refinamentos que pressupõem mais tempo de pesquisa sobre alternativas de operacionalização desse conceito e a incorporação de outras variáveis de avaliação da vulnerabilidade, além de acesso a outras fontes de dados.

Mesmo assim, considera-se a metodologia empregada, tanto as análises estatísticas quanto a espacialização e hierarquização da frequência dos perigos naturais, como suficientemente robusta para subsidiar, ao mesmo tempo, a realização de novas pesquisas sobre a temática e o direcionamento de investimentos prioritários nos espaços identificados como de maior vulnerabilidade socioambiental.

Além disso, o IVSA pode ser utilizado de forma complementar a outras tipologias de indicadores socioambientais e auxiliar numa análise mais consubstanciada dos problemas das metrópoles brasileiras.

Quanto à operacionalização do conceito de vulnerabilidade neste trabalho, pode-se concluir que, de acordo com os indicadores elaborados para a bacia hidrográfica do rio Maranguapinho, incluso no contexto metropolitano de Fortaleza, *há a necessidade premente de investimentos em fatores prioritários, tais como educação, infraestrutura urbana (notadamente saneamento ambiental lato sensu), políticas habitacionais, políticas específicas para jovens e idosos, nos espaços onde se identificaram a coincidência de vulnerabilidades sociais e a exposição aos riscos de inundações periódicas.*

Conclui-se, igualmente, que *há a necessidade de avaliação da evolução espaço-temporal das vulnerabilidades socioambientais*, com o objetivo de se conhecer

como os indicadores de vulnerabilidade evoluem no tempo e no espaço, como preconizado nos trabalhos de Cutter et al. (2003) e Cutter & Finch (2008).

Pode-se concluir também que o resultado final desta pesquisa, o Mapa de Vulnerabilidade Socioambiental da bacia hidrográfica do rio Maranguapinho, *confirma a hipótese principal deste livro, ao demonstrar a coincidência entre os espaços de maior exposição aos riscos de inundação e os espaços que detêm os mais altos indicadores de vulnerabilidade social.*

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, M. A. Pensando a cidade no Brasil do passado. In: SILVA, J. B. et al. *A cidade e o urbano*. Fortaleza: Edições UFC, 1997.
- AB'SABER, A. N. *Geomorfologia do sítio urbano de São Paulo*. Cotia: Ateliê, 2007.
- ALLARD, P. Éléments pour une problématique de l'histoire du risque. Du risque accepté au risque maîtrisé. Représentations et gestion du risque d'inondation en Camargue, XVIII^e-XIX^e siècles. *Ruralia*, 6, 2000. Disponível em <<http://ruralia.revues.org/document152.html>>. Acesso em 16/8/2008.
- ALMEIDA, L. Q. de. *Análise geoambiental como subsídio ao planejamento territorial do município de Maracanaú, CE*. Fortaleza, 2005. Dissertação (mestrado). MAG-Uece.
- _____. Chuva, cidade e meio ambiente. *O Povo (Fortaleza)*, 15/2/2004. *Ciência & Saúde*, p.3.
- _____, 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: XIII SBGFA, 2009. Disponível em <http://www.geo.ufv.br/simposio/simposio/trabalhos/trabalhos_completos/eixo11/061.pdf>.
- ALMEIDA, M. G., ROSEN, T. J. Desenvolvimento urbano e a questão ambiental no Estado do Ceará. In: FÓRUM DA SOCIEDADE CIVIL CEARENSE SOBRE O MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. *Diagnóstico sócio-ambiental do Estado do Ceará: o olhar da sociedade civil*. cap.5. Fortaleza: BNB, 1993. p.67-115.
- ALVES, M. A. A., FREITAS, G. J. A inversão das vozes: narrativas sobre o Grande Bom Jardim. In: ARAGÃO, E. F. et al. *Fortaleza e suas tramas: olhares sobre a cidade*. Fortaleza: EdUece, 2008.

- AMBROISE-RENDU, M. 1910: Paris inondé. 111p. Paris: Hervas, 1997.
- AMORA, Z. B. O espaço urbano cearense: breves considerações. In: _____ (Org.). *O Ceará: enfoques geográficos*. Fortaleza: Funec, 1999.
- ANDERSON, M. B. Vulnerability to disaster and sustainable development: a general framework for assessing vulnerability. In: MUNASINGHE, M., CLARKE, C. *Disaster prevention for sustainable development: economic and policy issues*. Washington: IDNDR/The World Bank, 1995. p.41-59.
- ANDERSON, P. *As origens da pós-modernidade*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 1999.
- ANDRADE, M. C. *Recife: problemática de uma metrópole de região subdesenvolvida*. Recife: UFPE, 1979.
- ANEAS DE CASTRO, S. D. Riesgos y peligros: una visión desde la Geografía. *Scripta Nova: Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales (Barcelona)*, n.60, 15/3/2000. Disponível em <<http://www.ub.es/geocrit/sn-60.htm>>.
- ANTOINE, J-M. et al. *Les mots des risques naturels*. Toulouse: Presses Universitaires du Mirail, 2008.
- ARAÚJO, A. M. S. et al. Análise estatística do Índice de Vulnerabilidade Socioambiental das regiões em volta do rio Maranguapinho. *Relatório de Análise Estatística*, n.2/2009. Fortaleza: Lema/Dema/UFC, 2009.
- ARAÚJO, Inês Lacerda. *Introdução à Filosofia da Ciência*. Curitiba: Ed. UFPR, 2003.
- AUGUSTO FILHO, O. *Carta de risco de escorregamentos quantificada em ambiente de SIG como subsídio para planos de seguro em áreas urbanas: um ensaio em Caraguatuba (SP)*. Rio Claro, 2001. 195p. Tese (doutorado de Pós-Graduação em Geociências) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas – UNESP/Rio Claro.
- BAINES, J., MÁLEK, J. *O mundo egípcio: deuses, templos e faraós*. v.I. Rio de Janeiro: Del Prado, 1996.
- BANKOFF, G., FRERKS, G., HILHORST, D. (Ed.). *Mapping vulnerability: disasters, development and people*. Londres: Earthscan, 2004.
- BECK, U. *La sociedad del riesgo*. Barcelona: Paidós, 1998.
- BERNSTEIN, P. L. *Against the Gods: the remarkable story of risk*. Nova Jersey: John Wiley and Sons Ltd., 1998.
- BERTALANFFY, L. *Teoria geral dos sistemas*. Trad. Francisco M. Guimarães. Petrópolis: Vozes, 1973.
- BERTRAND, G. Paisagem e geografia física global: esboço metodológico. *Cadernos de Ciência da Terra (São Paulo: IG – USP)*, n.13, 1971.
- BETHEMONT, J. La société au miroir du fleuve. *Actes du Colloque International Le Fleuve et ses Metamorphoses*. Paris: Didier Érudition, 1993.
- _____, ROSSIAUD, J. *Les dangers passés et présents des bords de l'eau*. Lyon: Café Géographique, 2003. Disponível em <http://www.cafe-geo.net/article.php3?id_article=131>. Acesso em 1^a/4/2008.

- BEUCHER, S. *Risque d'inondation et dynamiques territoriales des espaces de renouvellement urbain: les cas de Seine amont et de l'est londonien*. Paris, 2008. Tese (doutorado) – École doctorale Milieux, cultures et sociétés du passé et du présent – Université Paris X – Nanterre.
- BIRKET-SMITH, K. *Vida e historia de las culturas*. Etnologia general. v.1. Buenos Aires: Nova, 1952.
- BIRKMANN, J. (Ed.). *Measuring vulnerability to natural hazards: towards disaster resilient societies*. Tóquio, Nova York, Paris: UNU-Press, 2006.
- _____. Risk and vulnerability indicators at different scales: applicability, usefulness and policy implications. *Environmental Hazards*. v.7, p.20-31, 2007.
- _____, WISNER, B. *Measuring the un-measurable: the challenge of vulnerability*. Alemanha: UNU-EHS, 2006.
- BISWUAS, A. K. Hydrologic engineering prior to 600 BC'. *Proceedings of the American Society of Civil Engineers Journal*, Hydraulics Division, HY5, p.118-31, 1967.
- BLAIKIE, P. M. et al. *At risk: natural hazards, people's vulnerability, and disasters*. 284p. Londres: Routledge, 1994.
- BOGARDI, J. J. Foreword. In: BIRKMANN, J., WISNER, B. *Measuring the un-measurable: the challenge of vulnerability*. Alemanha: UNU-EHS, 2006.
- _____. Hazards, risks and vulnerabilities in a changing environment: the unexpected onslaught on human security? *Global Environmental Hazards*. v.14, n.4, p.361-5, dez. 2004.
- BOHLE, H. G. Land degradation and human security. In: PLATE, E. (Ed.). *Environment and human security*. Contributions to a workshop in Bonn. Bonn, 2002.
- 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. Agência Nacional de Águas. *A história do uso da água no Brasil: do descobrimento ao século XX*. Brasília: ANA, 2007a.
- _____. 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), 2007b.
- _____. 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.
- BURTON, I., KATES, R. W., WHITE, G. F. *The environment as hazard*. Nova York: Oxford University Press, 1978.
- CABRAL, H. H. P., FERNANDES, R. M. C. Áreas de risco em Fortaleza. In: ARAGÃO, E. F. et al. *Fortaleza e suas tramas: olhares sobre a cidade*. Fortaleza: EdUece, 2008.

- CAMPOS FILHO, C. M. *Cidades brasileiras: seu controle ou o caos*. São Paulo: Studio Nobel, 1999.
- CAMPOS, A. et al. (Org.). *Atlas da exclusão social no Brasil: dinâmica e manifestação territorial*. v.2. São Paulo: Cortez, 2003.
- CANNON, T. Vulnerability analysis and the explanation of “natural” disaster. In: VARLEY, A. *Disasters, development and environment*. Nova York: John Wiley & Sons Ltd., 1994. p.13-30.
- CAPRA, F. *O ponto de mutação*. 15.ed. São Paulo: Cultrix, 1982.
- CARDONA, O. D. The need for rethinking the concepts of vulnerability and risk from a holistic perspective: a necessary review and criticism for effective risk management. In: BANKOFF, G., FRERKS, G., HILHORST, D. (Ed.). *Mapping vulnerability: disasters, development and people*. Londres: Earthscan, 2004.
- CARPENTER, R. A. Risk assessment. In: VANCLAY, F., BROSTEIN, D. A. *Environmental and social impact assessment*. Nova York: John Wiley & Sons Ltd., 1995.
- CARVALHO, P. F. Águas na cidade: reflexões sobre usos e abusos para aprender novos usos. In: BRAGA, R., CARVALHO, P. F. *Recursos hídricos e planejamento urbano e regional*. Rio Claro: Deplan/UNESP/IGCE, 2003.
- CASTRO, C. M., PEIXOTO, M. N. O., RIO, G. A. P. Riscos ambientais e Geografia: conceituações, abordagens e escalas. *Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ (Rio de Janeiro: UFRJ)*, v.28-2, p.11-30, 2005.
- CASTRO, J. L. de. Uma planta fortalezense de 1850 reencontrada. *Revista do Instituto do Ceará*. Ano CXIX, 2005.
- CEARÁ. Secretaria das Cidades. *Programa de melhorias urbana e ambiental do rio Maranguapinho – Promurb Maranguapinho*. Fortaleza: Secretaria das Cidades, 2007.
- _____. Secretaria de Planejamento e Coordenação. *Projeto Áridas*. Grupo de Trabalho I, v.II. Recursos Naturais e Meio Ambiente. Fortaleza: Seplan, 1994.
- _____. Seinfra. Astef. *Análise geoambiental da bacia do rio Maranguapinho: diagnóstico e zoneamento*. Fortaleza: Seinfra/Astef, 2005.
- _____. *Estudos hidrológicos e hidráulicos da bacia hidrográfica do rio Maranguapinho*. Fortaleza: Seinfra/Astef, 2006.
- CERRI, L. E. S., AMARAL, C. P. Riscos geológicos. In: OLIVEIRA, A. M. S., BRITO, S. N. A. (Ed.) *Geologia de Engenharia*. São Paulo: ABGE, 1998.
- CHALINE, C., DUBOIS-MAURY, J. *La ville et ses dangers: prévention et gestion des risques naturels, sociaux et technologique*. Paris: Masson, 1994.
- CHARDON, A. C. *Croissance urbaine et risques “natureles”: évaluation de la vulnérabilité a Manizales, Andes de Colombie*. 1996. Tese (doutorado) – Universidade Joseph Fourier – Instituto de Geografia Alpina, Grenoble, França.
- _____. Etude intégrée de la vulnérabilité de la ville de Manizales (Colombie) aux risques naturels. *Revue de Géographie Alpine*, v.82, n.4, p.97-111, 1994.

- CHORLEY, R. J. *Introduction to fluvial processes*. Londres: Methuen and Co., 1971.
- CHRISTOFOLETTI, A. *Análises de sistemas em Geografia*. São Paulo: Hucitec/Edusp, 1979.
- _____. *Geomorfologia fluvial*. v.1. São Paulo: Edgard Blücher, 1981.
- COELHO NETTO, A. L. Hidrologia de encosta na interface com a Geomorfologia. In: GUERRA, A. J. T., CUNHA, S. B. *Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos*. 4.ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001.
- COELHO, M. S. A. O sistema urbano nordestino: estrutura através do tempo. *Revista Brasileira de Geografia (Rio de Janeiro: FIBGE)*, v.54, n.1, jan.-mar. 1992.
- CORNELL, T., MATTHEWS, J. *Roma: legado de um império*. v. II. Rio de Janeiro: Del Prado, 1996.
- COSGROVE, D. An elemental division: water control and engineered landscapes. In: _____, PETTS, G. E. *Water, engineering and landscape: water control and landscape transformation in the modern period*. Londres: Belhaven, 1990. p.1-11.
- COSTA, L. M. S. A. Rios urbanos e o desenho da paisagem. In: _____ (Org.). *Rios e paisagens urbanas em cidades brasileiras*. Rio de Janeiro: Viana & Mosley/Proub, 2006.
- 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.
- CPRM. SRH-CE. *Atlas digital de geologia e recursos minerais do Ceará*. Fortaleza: CPRM/SRH-CE, 2003. (CD-ROM)
- CRUZ, M. L. B. (Coord.). *Mapeamento de áreas verdes de Fortaleza*. Fortaleza: Labgeo/UECE, 2012.
- CUNHA, J. M. P. *Novas metrópoles paulistas: população, vulnerabilidade e segregação*. Campinas: Nepo/Unicamp, 2006.
- CUNHA, S. B. Geomorfologia fluvial. In: _____, GUERRA, A. J. T. *Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos*. 4.ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001.
- CUTTER, S. L. Hazards measurement. *Encyclopedia of Social Measurement*. 2 vols. v.1. Elsevier Inc., 2005. p.197-202.
- _____. *Living with risk: the geography of technological hazards*. Londres: Arnold, 1993.
- _____. The vulnerability of science and the science of vulnerability. *Annals of the Association of American Geographers*, v.93, n.1, p.1-12, 2003.
- _____. Vulnerability to environmental hazards. *Progress in Human Geography*, v.20, n.4, p.529-9, 1996.
- _____, BORUFF, B. J., SHIRLEY, W. L. Social vulnerability to environmental hazards. *Social Science Quarterly*, 84(1), p.242-61, 2003.
- CUTTER, S. L., FINCH, C. Temporal and spatial changes in social vulnerability to natural hazards. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v.105,

- n.7, p.2.301-6, 2008. Disponível em <<http://www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.0710375105>>.
- DANTAS, E., COSTA, M. C. L. (Org.). *Vulnerabilidades socioambiental na Região Metropolitana de Fortaleza*. Fortaleza: Edições UFC, 2009.
- DAUPHINÉ, A. *Risques et catastrophes: observer, spatialiser, comprendre, gérer*. Paris: Armand Colin, 2005.
- DAVIS, I. Assessing community vulnerability. In: UK IDNDR COMMITTEE MEDICINE IN THE INTERNATIONAL DECADE FOR NATURAL DISASTER REDUCTION (IDNDR). *Research preparedness and response for sudden impact disasters in the 1990s*. Londres: UK IDNDR Committee, 1994. p.11-3.
- D'ERCOLE, R. Les vulnérabilités des sociétés et des espaces urbanisés: concepts, typologie, modes d'analyse. *Revue de Géographie Alpine*, v.82, n.4, p.87-96, 1994.
- DESCHAMPS, M. V. *Vulnerabilidade socioambiental na Região Metropolitana de Curitiba/PR*. Curitiba, 2004. 155p. Tese (doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento) – Universidade Federal do Paraná.
- DOWNS, P. W., GREGORY, K. J. *River channel management: towards sustainable catchment hydrosystems*. Londres: Arnold, 2004.
- DUBOIS-MAURY, J., CHALINE, C. *Les risques urbains*. Paris: Armand Colin, 2002.
- DUCLOS, D. *L'homme face au risque technique*. Paris: L'Harmattan, 1991.
- EM-DAT. *The OFDA/CRED International Disaster Database*. Bruxelas: Université Catholique de Louvain, 2009. Disponível em <www.em-dat.net>. Acesso em 11/5/2009.
- ENGELS, F. *A situação da classe trabalhadora na Inglaterra*. Trad. Rosa Camargo Artigas e Reginaldo Forti. São Paulo: Global, 1985.
- FERNANDES, L., CABRAL, E. Análise das áreas de inundação no município de Bragança Paulista/SP. VI SBCG. Aracaju, 2004.
- FERREIRA, A. B. H. *Dicionário Aurélio Básico*. São Paulo: Nova Fronteira, 1988.
- FERREIRA, A. G., 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.
- FIGUEIREDO, G. J. P. Riacho Ipiranga: um paradigma histórico, cultural e ecológico para o Brasil. *O Mundo da Saúde Pública (São Paulo)*, 30(4), p.607-10, out.-dez. 2006.
- FIRMO, E. A capital da exclusão. *O Povo (Fortaleza)*, Política, 1º/11/2004.
- FOUCHER, M. Esquisse d'une Géographie Humaine des Risques Naturels: terres a hauts risques. *Hérodote*, n.24, jan.-abr. 1982.
- FORTALEZA. Prefeitura. *Cobertura aerofotogramétrica do Município de Fortaleza*. Escala das fotos 1:8.000, Serviços Aerofotogramétricos Cruzeiro do Sul S. A., 1972.
- _____. *Parque Pajeú*. Fortaleza: PMF, 1981.

- FORTALEZA. Prefeitura. *Projeto Orla*. Cobertura aerofotogramétrica de Fortaleza, 2001.
- _____. *Inventário ambiental de Fortaleza*. Fortaleza: Semam, 2003.
- FREITAS, C. F. S. A produção desequilibrada do meio ambiente urbano de Fortaleza e o papel do movimento ambientalista. In: II ENCONTRO DA ANPPAS. Indaiatuba, SP, 2004. Disponível em <http://www.anppas.org.br/encontro_anual/encontro2/GT/GT11/gt11_clarissa_freitas.pdf>. Acesso em 4/7/2004.
- FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. *Déficit habitacional no Brasil 2000*. Belo Horizonte: Informativo CEI, 2002.
- FUNDAÇÃO SISTEMA ESTADUAL DE ANÁLISE DE DADOS – Seade. *Índice Paulista de Vulnerabilidade Social: espaços e dimensões da pobreza nos municípios do Estado de São Paulo*. Disponível em <www.seade.gov.br/produtos/ipes/pdf/oipvs/pdf>. Acesso em 12/9/2008.
- GALL, M. *Indices of social vulnerability to natural hazards: a comparative evaluation*. 2007. 250p. Tese (doutorado) – Department of Geography University of South Carolina. Disponível em <http://webra.cas.sc.edu/hvri/education/docs/Melanie_Gall_2007.pdf>.
- GARCÍA-TORNEL, F. C. La Geografía de los Riesgos. *Geocrítica: Cuadernos Críticos de Geografía Humana (Barcelona)*, ano IX, n.54, nov. 1984. Disponível em <<http://www.ub.es/geocrit/geo54.htm>>.
- GIDDENS, A. *As consequências da modernidade*. São Paulo: Ed. UNESP, 1991.
- _____. *Modernidade e identidade*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2002.
- GIRÃO, Raimundo. *Geografia Estética de Fortaleza*. Fortaleza: Imprensa Universitária do Ceará, 1959. p.106.
- GLEICK, J. *Caos: a criação de uma nova ciência*. Rio de Janeiro: Campus, 1990.
- GONÇALVES, N. M. S. Impactos pluviiais e desorganização do espaço urbano em Salvador. In: MONTEIRO, C. A. F., MENDONÇA, F. A. *Clima urbano*. São Paulo: Contexto, 2003.
- GREGORY, K. J. *A natureza da Geografia Física*. Trad. Eduardo de A. Navarro. 367p. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1992.
- GUERRA, Abílio et al. *Rios urbanos: Workshop – Intervenção Urbanística na região do Rio Pinheiros em São Paulo*. 96p. São Paulo: FAU-SP, 2003.
- 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. Cidade do Panamá: La Red (Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina), 1996.
- HILBERSEIMER, L. *The nature of cities*. Origin, growth, and decline. Pattern and form. Planning problems. Chicago: Paul Theobald & Co., 1955.

- HILL, A. A., CUTTER, S. L. Methods for determining disaster proneness. In: CUTTER, S. L. *American hazardscapes: the regionalization of hazards and disasters*. Washington: Joseph Henry Press, 2002. p.13-36.
- HOERNING, J. *A questão da habitação em Fortaleza*. Fundação Konrad Adenauer, 2005. Disponível em <www.sustentavel.inf.br/sispub>. Acesso em 10/2/2006.
- HOGAN, Daniel J., MARANDOLA JR., E. Para uma conceituação interdisciplinar da vulnerabilidade. In: CUNHA, J. M. P. *Novas metrópoles paulistas: população, vulnerabilidade e segregação*. Campinas: Nepo/Unicamp, 2006.
- HOLANDA, S. B. *Caminhos e fronteiras*. 2.ed. Rio de Janeiro: José Olympio/Departamento de Cultura da Guanabara, 1975.
- _____. *Monções*. São Paulo: Brasiliense, 1990.
- HOUGH, M. *City form and natural process: towards a new urban vernacular*. Londres, Sydney: Croom Helm, 1984.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Censo demográfico 2000. Rio de Janeiro, 2000.
- _____. Contagem populacional. Rio de Janeiro, 1996.
- _____. Censos demográficos de 1940, 1950, 1960, 1970, 1980, 1991 e 1996. Rio de Janeiro, 1996.
- INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). *Topodata*. Banco de dados geomorfométricos do Brasil. Disponível em <<http://www.dsr.inpe.br/topodata/acesso.php>>. Acesso em 28/7/2009.
- INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). Managing the risks of extreme events and disasters to advance climate change adaptation. In: FIELD, C. B. et al. (Eds.). *A special report of working groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. 582p. Cambridge, Nova York: Cambridge University Press, 2012.
- INTERNATIONAL STRATEGY FOR DISASTER REDUCTION (ISDR)/ UN/WMO. *Terminology on disaster risk reduction*. IDSR, 2009. Disponível em <<http://www.unisdr.org/eng/library/lib-terminology-eng.htm>>. Acesso em 27/2/2009.
- JONES, D. Environmental hazards in the 1990s: problems, paradigms and prospects. *Geography*, v.78, n.2, p.161-5, 1993.
- KASPERSON, R. E. et al. Vulnerable peoples and places. In: HASSAN, R., SCHOLE, R., ASH, N. *Ecosystems and human well-being: current state and trends*. v.1. Washington: Island Press, 2005. p.143-64.
- KIMBLE, G. H. T. *A Geografia na Idade Média*. 2.ed. rev. Londrina: Edel; São Paulo: Imprensa Oficial do Estado, 2005.
- KLEIN, R. J. T., NICHOLLS, R. J., THOMALLA, F. Resilience to natural hazards: how useful is this concept? *Environmental Hazards*, v.5, p.35-45, 2003.
- KUHN, T. S. *A estrutura das revoluções científicas*. 9.ed. São Paulo: Perspectiva, 2005.

- KÜSTER, A. *Democracia e sustentabilidade: experiências no Ceará, Nordeste do Brasil*. Fortaleza: Expressão Gráfica e Editora, 2003.
- LAVELL, A. *Gestión de riesgos ambientales urbanos*. Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales y La Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en America Latina – LA RED. 2001.
- LEMARTINEL, B. *L'inondation: un risque "naturel" rarement imprévisible*. Université de Perpignan. 2000. Disponível em <http://webup.univ-perp.fr/perspectives/article.php3?id_article=28>. Acesso em 7/7/2009.
- LEONE, F., VINET, F. La vulnerabilité, un concept fondamental au coeur des méthodes d'évaluation des risques naturels. In: _____. *La vulnérabilité des sociétés et des territoires face aux menaces naturelles: analyses géographiques*. 144p. Montpellier: Université Paul Valéry, 2006. (Coleção Géorisques, n.1).
- LIEBER, R. R., ROMANO-LIEBER, N. S. O conceito de risco: Janus reinventado. In: MINAYO, M. C. S., MIRANDA, A. C. (Org.). *Saúde e ambiente: estreitando nós*. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2002. p.69-111.
- LIEBMANN, H. *Terra, um planeta inabitável? Da Antiguidade até os nossos dias, toda a trajetória poluidora da humanidade*. Trad. Flavio Meurer. Rio de Janeiro: Biblioteca do Exército, 1979.
- LIRA, J. T. C. A cidade em preto-e-branco e a cor local. In: SAMPAIO, M. R. A. (Org.). *Habitação e cidade*. São Paulo: FAU – USP, 1998.
- LOVELOCK, J. *Gaia: um novo olhar sobre a vida na Terra*. Lisboa: Edições 70, 1987.
- MAGALHÃES, R. C. *O grande livro da arte*. Rio de Janeiro: Ediouro, 2005.
- MANDELBROT, B. B. *The fractal geometry of nature*. Nova York: Freeman, 1977.
- MANN, R. *Rivers in the city*. Nova York: Praeger Publishers, 1973.
- MARANDOLA JR., E. Tangenciando a vulnerabilidade. In: _____, HOGAN, D. J. (Org.). *População e mudança climática: dimensões humanas das mudanças ambientais globais*. Campinas: Nepo/Unicamp; Brasília: UNFPA, 2009.
- _____. Uma ontologia geográfica dos riscos: duas escalas, três dimensões. *Geografia (Rio Claro)*, v.29, n.3, p.315-38, set.-dez. 2004.
- _____, HOGAN, D. J. O risco em perspectiva: tendências e abordagens. *Geosul (Florianópolis)*, v.19, n.38, p.25-58, jul.-dez. 2004.
- MARCONDES, D. A crise dos paradigmas e o surgimento da modernidade. In: BRANDÃO, Z. (Org.). *A crise dos paradigmas e a educação*. 2.ed. São Paulo: Cortez, 1995.
- MARGULIS, L., SAGAN, D. *Microcosmos: quatro bilhões de anos de evolução microbiana*. Lisboa: Edições 70, 1990.
- MARICATO, H. Prefácio. In: MARTINS, M. L. R. *Moradia e mananciais: tensão e diálogo na metrópole*. São Paulo: FAU – USP/Fapesp, 2006.

- MARTINS, M. L. R. *Moradia e mananciais: tensão e diálogo na metrópole*. São Paulo: FAU – USP/Fapesp, 2006.
- MASKREY, A. Prefacio a la edición en español. In: BLAIKIE, P. M. et al. *Vulnerabilidad: el entorno social, político y económico de los desastres*. Ciudad de Panamá: LA RED, 1996.
- MATURANA, H. R., VARELA, F. G. *El árbol del conocimiento*. 9.ed. Santiago: Universitária, 1993.
- MELO NETO, J. C. de. *Morte e vida severina e outros poemas em voz alta*. Petrópolis: Vozes, 1986.
- MENEZES, C. L. *Desenvolvimento urbano e meio ambiente: a experiência de Curitiba*. Campinas: Papirus, 1996.
- MILETI, D. S. *Disasters by design: a reassessment of natural hazards in the United States*. Washington: Joseph Henry Press, 1999.
- MITCHELL, J. K. Hazards research. In: GAILE, G. L., WILLMOTT, C. J. *Geography in America*. Columbus: Merrill, 1989. p.410-24.
- MONTEIRO, C. A. F. *Geossistemas: a história de uma procura*. São Paulo: Contexto, 2000.
- _____. O estudo geográfico do clima. *Cadernos Geográficos (UFSC)*, ano 1, n.1, maio 1999.
- _____. Teoria e clima urbano: um projeto e seus caminhos. In: _____, MENDONÇA, F. *Clima urbano*. São Paulo: Contexto, 2003.
- MORIN, E. *O método 1. A natureza da natureza*. Lisboa: Mira-Sintra, Europa-América, 1977.
- _____. *O método 2. A vida da vida*. Lisboa: Mira-Sintra, Europa-América, 1980.
- _____. *O método 3. O conhecimento do conhecimento*. Lisboa: Mira-Sintra, Europa-América, 1986.
- _____. *O método 4. As ideias*. Lisboa: Mira-Sintra, Europa-América, 1991.
- _____. *O método 5. A humanidade da humanidade: a identidade humana*. Trad. Juremir Machado da Silva. 2.ed. 309p. Porto Alegre: Sulina, 2003.
- _____. *O método 6. Ética*. Trad. Juremir Machado da Silva. 222p. Porto Alegre: Sulina, 2005.
- MUNASINGHE, M., CLARKE, C. *Disaster prevention for sustainable development: economic and policy issues*. Washington: IDNDR/The World Bank, 1995.
- MUNFORD, L. *A cidade na história: suas origens, suas transformações, suas perspectivas*. v.1. Belo Horizonte: Itatiaia, 1965.
- MUSETTI, R. A. Direito ambiental e ciências ambientais: integração responsável. *Revista CEJ (Brasília)*, n.35, p.58-61, out.-dez. 2006.
- NEWSON, M. *Land, water and development: river basin systems and their sustainable management*. Londres: Routledge, 1992.

- OBSERVATÓRIO DAS METRÓPOLES. *Como anda Fortaleza?* Fortaleza: UFC; Fase, 2005.
- ODUM, E. P. *Ecologia*. Trad. Christopher J. Tribe. Rio de Janeiro: Discos CBS, 1985.
- OLIVER-SMITH, A., BURTON, G. Forced migration as an index of vulnerability in hurricane Katrina. *Presentation for the UNU-EHS Expert Working Group II, Measuring the Un-Measurable*. Bonn: UNU-EHS, 2005.
- PAIVA, L. F. S. Bairro Bom Jardim. In: ARAGÃO, E. F. et al. *Fortaleza e suas tramas: olhares sobre a cidade*. Fortaleza: EdUece, 2008.
- PELIZZOLI, M. L. *Correntes da ética ambiental*. Petrópolis: Vozes, 2002.
- PELLING, M. *The vulnerability of cities: natural disaster and social resilience*. Londres: Earthscan, 2003.
- PETTS, G. E., HEATHCOTE, J., MARTIN, D. *Urban rivers: our inheritance and future*. Londres: IWA Publishing, 2002.
- PINET, J. M. *Qu'est-ce qu'un fleuve?* Approche poétique. Cafés géographiques. Toulouse. 4/10/2003. Disponível em <http://www.cafe-geo.net/article.php3?id_article=113>.
- PINSKY, J. *As primeiras civilizações*. São Paulo: Contexto, 2001.
- PLASTINO, C. A. A crise dos paradigmas e a crise do conceito de paradigma. In: BRANDÃO, Z. (Org.). *A crise dos paradigmas e a educação*. 2.ed. São Paulo: Cortez, 1995.
- PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO (PNUD). Centro de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos; Programa de Gestión Urbana; Municipalidad de Belém; Cearah Periferia. *Gestión participativa de ríos urbanos em ciudades de América Latina: experiencias y reflexiones*. Quito: PNUD/PGU, 2000.
- QUARANTELLI, E. L. (Ed.) *What is a disaster?* Londres; Nova York: Routledge, 1998.
- QUEIROZ, R. S. Caminhos que andam: os rios e a cultura brasileira. In: REBOÇAS, A. C. et al. (Org.). *Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação*. 3.ed. São Paulo: Escrituras, 2006.
- REGHEZZA, M. *Réflexions autour de la vulnérabilité métropolitaine: la métropole parisienne face au risque de crue centennale*. 2006. Tese (doutorado) – École doctorale Milieux, cultures et sociétés du passé et du présent, Université Paris X – Nanterre.
- REIS, N. G. *Imagens de vilas e cidades do Brasil colonial*. São Paulo: Edusp/Imprensa Oficial/Fapesp, 2000.
- ROCHFORT, M. *Les fleuves*. Paris: Presses Universitaire de France, 1963.
- ROHDE, G. M. Mudanças de paradigma e desenvolvimento sustentável. In: CAVALCANTI, C. *Desenvolvimento e natureza: estudos para uma sociedade sustentável*. São Paulo: Cortez; Recife: Fundação Joaquim Nabuco, 1995.

- SAHA, S. K. River basin planning as a field of study: design of a course structure for practitioners. In: _____, BARROW, C. J. *River basin planning*. Chichester: John Wiley & Sons Ltd, 1981.
- SALES, L. B. F. *Análise sócio-ambiental do segmento do baixo curso do rio Maranguapinho na cidade de Fortaleza-CE: Relações sociedade × natureza*. Fortaleza, 2004. Dissertação (mestrado) – Prodemá-UFC.
- SÃO PAULO (ESTADO). Secretaria de Estado do Meio Ambiente. *A água no olhar da história*. São Paulo: Secretaria de Estado do Meio Ambiente, 1999.
- SARAIVA, M. G. A. N. *O rio como paisagem: gestão de corredores fluviais no quadro do ordenamento do território*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1999.
- SCHLEE, M. B., COELHO NETTO, A. L., TAMMINGA, K. Mapeamento ambiental e paisagístico de bacia hidrográficas urbanas: estudo de caso do rio Carioca. In: COSTA, L. M. S. A. (Org.). *Rios e paisagens urbanas em cidades brasileiras*. Rio de Janeiro: Viana & Mosley/Proureb, 2006.
- SERRES, M. *O contrato natural*. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1991.
- SILVA, J. B. da. A cidade contemporânea no Ceará. In: SOUZA, S. et al. (Org.). *Uma nova história do Ceará*. 3.ed. rev. e atual. Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, 2004.
- _____. A região metropolitana de Fortaleza. In: SILVA, J. B. da et al. (Org.). *Ceará: um novo olhar geográfico*. Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, 2005.
- _____. *Quando os incomodados não se retiram: uma análise dos movimentos sociais em Fortaleza*. Fortaleza: Multigraf, 1992.
- _____. O papel de Fortaleza na rede urbana cearense. In: ANDRADE, M. C. (Org.). *Capítulos de geografia do Nordeste*. Recife: União Geográfica Internacional, 1982.
- _____, CAVALCANTE, T. C. *Atlas escolar, Ceará: espaço geo-histórico e cultural*. João Pessoa: Grafset, 2004.
- SMITH, K. *Environmental hazards: assessing risk and reducing disaster*. 3.ed. 392p. Londres: Routledge, 2001.
- SOTCHAVA, V. B. O estudo dos geossistemas. *Métodos em Questão (São Paulo: IG – USP)*, n.16, 1977.
- SOUZA, M. S. Fortaleza: uma análise da estrutura urbana – guia de excursões. In: ENCONTRO NACIONAL DE GEÓGRAFOS, III. Fortaleza, 1978. *Anais...* Fortaleza: AGB/Sudéc/UFC, 1978.
- _____. O crescimento das cidades no Ceará e sua evolução. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOGRAFIA URBANA, IV. Fortaleza, 1995. *Anais...* Fortaleza, 1995.
- SOUZA, M. S. Segregação socioespacial em Fortaleza. In: SILVA, J. B. et al. (Org.). *Litoral e sertão: natureza e sociedade no Nordeste brasileiro*. Fortaleza: Expressão Gráfica, 2006.

- SOUZA, M. J. L. de. O território; sobre espaço e poder, autonomia e desenvolvimento. In: CASTRO, I. E., GOMES, P. C. C., CORRÊA, R. L. (Org.). *Geografia: conceitos e temas*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1995.
- SPIRN, A. W. *O jardim de granito: a natureza no desenho da cidade*. São Paulo: Edusp, 1995.
- SPOSITO, M. E. B. *Capitalismo e urbanização*. 15.ed. São Paulo: Contexto, 2005.
- STRAHLER, A. N. Quantitative analysis of watershed geomorfology. *Transactions of the American Geophysical Union*, n.38, p.913-20, 1957.
- SUERTEGARAY, D. M. A. Geografia Física (?) Geografia Ambiental (?) ou Geografia e ambiente (?). In: MENDONÇA, F., KOZEL, S. (Orgs.). *Elementos de epistemologia da Geografia contemporânea*. Curitiba: UFPR, 2002.
- _____. Um antigo debate (a divisão e a unidade da geografia) ainda atual? *Boletim Paulista de Geografia (São Paulo)*, n.85, p.29-38, 2006.
- TIMMERMAN, P. *Vulnerability, resilience and the collapse of society: a review of models and possible climatic applications*. Toronto: University of Toronto, 1981.
- TOSINI, M. F. C. *Risco ambiental para as instituições financeiras*. São Paulo: Anna-blume, 2006.
- TRICART, J. *L'épiderme de la Terre: esquisse d'une géomorphologie appliquée*. Paris: Masson et Cie. Editeurs, 1962.
- _____. *Ecodinâmica*. 91p. Rio de Janeiro: IBGE/Supren, 1977.
- _____, KILLIAN, J. *La eco-geografía y la ordenación del medio natural*. Barcelona: Anagrama, 1982.
- TUAN, Y. *Topofilia: um estudo da percepção, atitudes e valores do meio ambiente*. São Paulo: Difel, 1980.
- TURNER, B. L. et al. A framework for vulnerability analysis in sustainability science. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v.100, n.14, p.8.074-79, 2003. Disponível em <http://yaquivalley.stanford.edu/pdf/turner_matson_2003.pdf#search=%22turner%20et%20al%20vulnerability%20pnas%22>. Acesso em 15/9/2008.
- UN/ISDR. *Marco de acción de Hyogo para 2005-2015: aumento de la resiliência de las naciones y las comunidades ante los desastres*. Extrato del Informe de la Conferencia Mundial sobre la Reducción de los Desastres. UN/ISDR: Kobe, Hyogo, Japão, 2005. Disponível em <www.unisdr.org/eng/hfa/docs/Hyogo-frameworkfor-action-spanish.pdf>.
- UNITED NATIONS DEVELOPMENT PROGRAMME – UNDP. *Reducing disaster risk: a challenge for development, a global report*. Nova York: UNDP Bureau for Crisis Prevention and Recovery, 2004.
- UNFPA. *Situação da população mundial 2007*. Desencadeando o potencial do crescimento urbano. Disponível em <http://www.unfpa.org.br/relatorio2007/swp2007_por.pdf>.

- VALE, L. J., CAMPANELLA, T. J. *The resilient city: how modern cities recover from disaster*. Oxford: Oxford University Press, 2005.
- VEYRET, Y. *Os riscos: o homem como agressor e vítima do meio ambiente*. São Paulo: Contexto, 2007.
- VICENTE, A. K. *Eventos extremos de precipitação na Região Metropolitana de Campinas*. Campinas, 2005. Dissertação (mestrado em Geografia) – Unicamp.
- VOGEL, C., O'BRIEN, K. Vulnerability and global environmental change: rhetoric and reality. *AVISO – Information Bulletin on Global Environmental Change and Human Security*, 13, 2004. Disponível em <<http://www.gechs.org/aviso/13/index.html>>.
- WEIL, P. *Nova linguagem holística*. Rio de Janeiro: Espaço e Tempo/Cepa, 1987.
- WHITE, G. F. (Ed.). *Natural hazards: local, national, global*. Nova York: Oxford University Press, 1974.
- _____. et al. *Changes in urban occupance of flood plains in the United States*. 235p. University of Chicago, Department of Geography. Research Paper 57, Chicago, 1958.
- WHITE, G. F., HAAS, J. E. *Assessment of research on natural hazards*. Cambridge: MIT Press, 1975.
- WHITE, G. F., KATES, R. W., BURTON, I. Knowing better and losing even more: the use of knowledge in hazards management. *Environmental Hazards*, v.3, n.3-4, set.-dez., p.81-92, 2001.
- WISNER, B. Who? What? Where? When? In an emergency: notes on possible indicators of vulnerability and resilience by phase of the disaster management cycle and social actor. In: PLATE, E. (Ed.). *Environment and human security*. Contribuição para um seminário em Bonn. Bonn, 2002.
- WYLLIE, P. J. *A Terra: nova geologia global*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1985.
- ZANELLA, M. E. *Inundações urbanas em Curitiba/PR: Impactos, riscos e vulnerabilidade socioambiental no Bairro Cajuru*. Paraná, 2006. Tese (doutorado) – Programa de doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento – Universidade Federal do Paraná.
- _____, MELLO, N. G. S. Eventos pluviométricos intensos em ambiente urbano: Fortaleza, o episódio do dia 29/1/2004. In: SILVA, J. B. et al. (Orgs.). *Litoral e sertão: natureza e sociedade no Nordeste Brasileiro*. Fortaleza: Expressão Gráfica, 2006.
- _____, SALES, M. C. L., ABREU, N. J. A. Análise das precipitações diárias intensas e impactos gerados em Fortaleza-CE. *GEOUSP – Espaço e Tempo (São Paulo)*, n.25, p.53-68, 2009.

SOBRE O LIVRO

Formato: 16 x 23 cm

Mancha: 28,3,693 x 45,5,97 paicas

*Tipologia: Horley Old Style 10,5/14
2012*

EQUIPE DE REALIZAÇÃO

Coordenação Geral

Tulio Kawata

