

VULNERABILIDADE SOCIAL AOS PERIGOS AMBIENTAIS

Lutiane Almeida

Professor Universidade Federal do Rio Grande do Norte

lutianealmeida@hotmail.com

Resumo

Muito já se discutiu sobre as dificuldades de se operacionalizar, mensurar e representar o conceito de vulnerabilidade. Houve, entretanto, nas últimas décadas significativos avanços no que se chama ciência da vulnerabilidade, no que diz respeito à sua operacionalização e seu uso na definição de espaços diferenciados quanto às condições sociais e à susceptibilidade de determinados grupos sociais aos perigos ambientais. 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 perigos naturais, escolheu-se como recorte espacial para este estudo de caso, a bacia hidrográfica do rio Maranguapinho, localizada na Região Metropolitana de Fortaleza.

Palavras-chave: Vulnerabilidade social, perigos ambientais, operacionalização, Região Metropolitana de Fortaleza, Brasil.

Abstract

Much already was argued on the difficulties to use, to measure and to represent the concept of vulnerability. It had, however, in the last few decades significant advances in what is called vulnerability science, in what says respect to its operationalization and its use in the definition of differentiated spaces to the social conditions and the susceptibility of determined social groups to the environmental hazards. For effect of operational viability of the vulnerability concept, given to its complexity and multidimensionality, and in the attempt to translate space standards in the distribution of the environmental hazards, it was chosen as space clipping for this study of case, the hydrographic basin of the Maranguapinho river, located in the Metropolitan Region of Fortaleza, State of the Ceará, Brazil.

Key-words: Social vulnerability, environmental hazards, operationalization, Metropolitan Region of Fortaleza, Brazil.



INTRODUÇÃO

O conceito de vulnerabilidade, já foi expresso, é deveras complexo e multifacetado, e diversos autores, dentre os quais Vogel e 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, no que diz respeito à sua operacionalização e seu uso na definição de espaços diferenciados quanto às condições sociais e à susceptibilidade de determinados grupos sociais aos perigos ambientais. Birkmann (2006) fornece uma visão geral das diferentes esferas teóricas do conceito de vulnerabilidade sem pretensão de detalhamento (cf. figura 1).

Cutter e 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, quais sejam a human-environmental research e a risk-hazards.

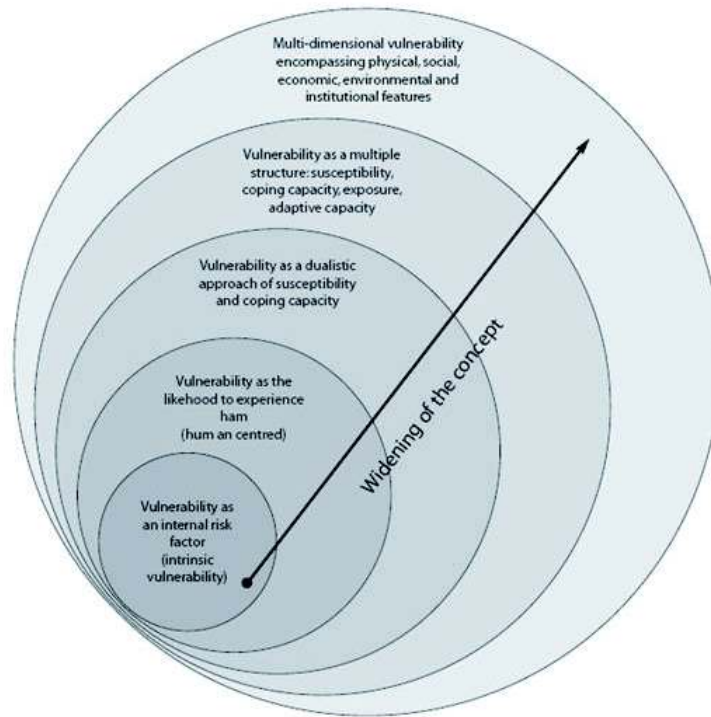


Figura 1 - Esferas-chave do conceito de vulnerabilidade.

Fonte: extraído de Birkmann (2006).

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 e Hilhorst, 2004; Pelling, 2003; Vale e 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 especialmente segregados.

Os modelos teóricos seguintes (figuras 2 e 3) 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.

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 e Finch (2008).

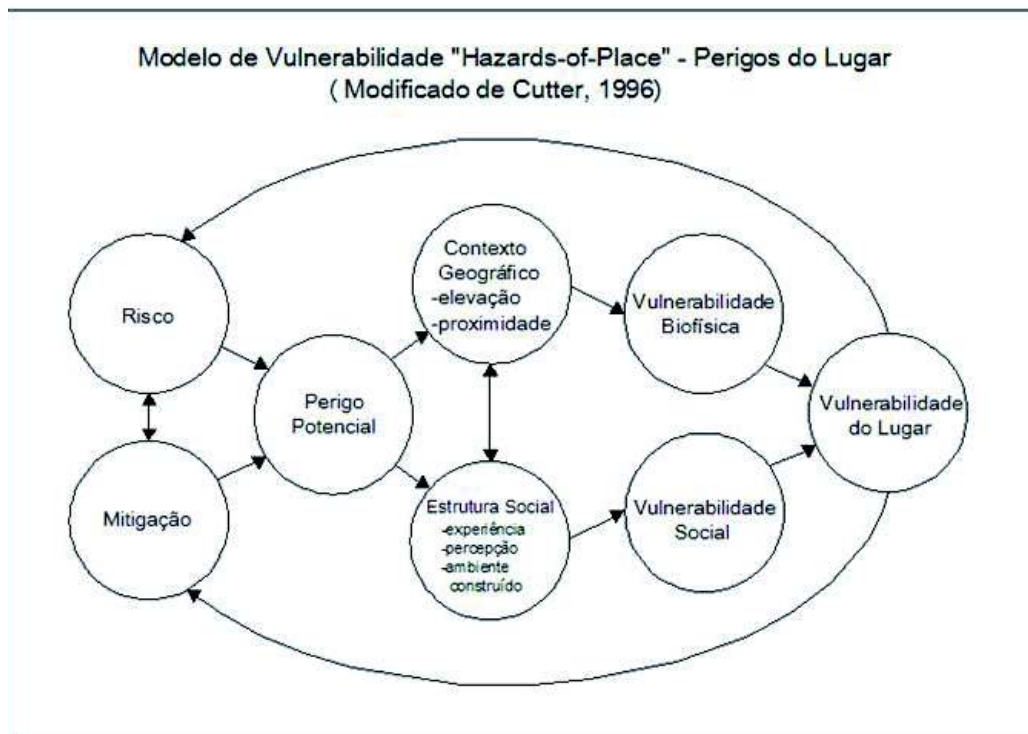


Figura 2 - Modelo de vulnerabilidade Hazards-of-Place – Perigos do Lugar.

Fonte: adaptado de Cutter (1996) por Autor (2010).

Nos trabalhos de Cutter e Finch (2008), Turner et al. (2003) e Birkmann e Wisner (2006), é possível vislumbrar uma parcela considerável de pesquisas realizadas com o propósito de operacionalizar o conceito de vulnerabilidade, principalmente no sentido de sua mensuração e hierarquização espacial.

Para Birkmann (2006), as abordagens atuais utilizadas para mensurar a vulnerabilidade, frequentemente carecem de procedimentos de desenvolvimento que sejam 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 ensaiar estimar aspectos institucionais da vulnerabilidade. A grande complexidade do conceito de vul-

nerabilidade requer uma “redução” na quantidade de dados coletáveis, para um conjunto de indicadores e critérios relevantes, que facilitem uma avaliação ou estimação exequível da vulnerabilidade (op. cit.).

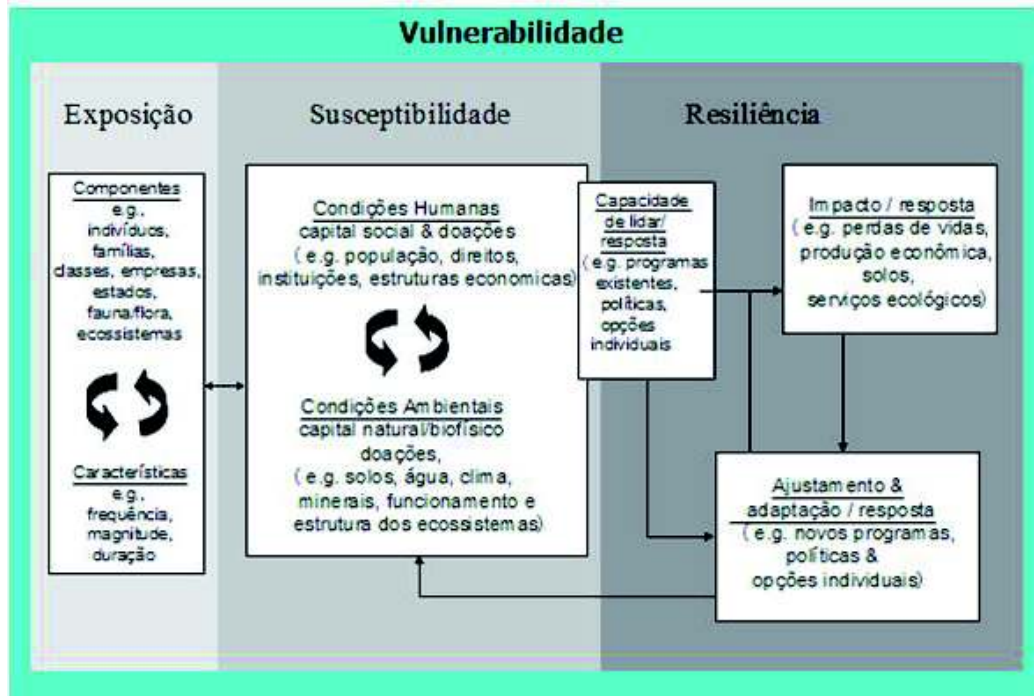


Figura 3 - Modelo estrutural da vulnerabilidade e detalhe para seus elementos constituintes.

Fonte: adaptado de Turner et al. (2003) por Autor (2010).

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. 07).

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 SEADE (Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados) do Estado de São Paulo (SEADE, 2008).

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 aos perigos naturais, escolheu-se como recorte espacial para o estudo de caso deste artigo a bacia hidrográfica do rio Maranguapinho, localizada na Região Metropolitana de Fortaleza, Estado do Ceará, Brasil (figura 4).

Para a constatação de coincidências geográficas e superposição de riscos sociais e ambientais em lugares comuns, propôs-se limitar a análise aos elementos da susceptibilidade (condicionantes socioespaciais) aos perigos naturais (vulnerabilidade social), em função das perversas condições de desigualdade socioespacial constatadas na área objeto de análise do presente artigo.

Vale ressaltar que a principal hipótese da pesquisa é a de que há uma 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, o objetivo da pesquisa é a definição de espaços onde ocorrem superposição de riscos e vulnerabilidades, utilizando-se da elaboração do Índice de Vulnerabilidade Social - IVS da bacia hidrográfica do rio Maranguapinho, e de sua respectiva representação espacial (Mapa de Vulnerabilidade Social – figura 15).

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: a primeira é identificação das condições que fazem com que as pessoas ou lugares sejam vulneráveis a eventos naturais extremos, um modelo de exposição; a segunda é a suposição de que a vulnerabilidade é uma condição social, uma medida da resistência ou resiliência social aos perigos; e a terceira, 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 neste artigo, corrobora a perspectiva de Cutter et al. (2003), pois 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 que?; Quem quer saber e por quê?; e Quais as 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 e Wisner, 2006; Turner et al., 2003; Marandola Jr, 2009).

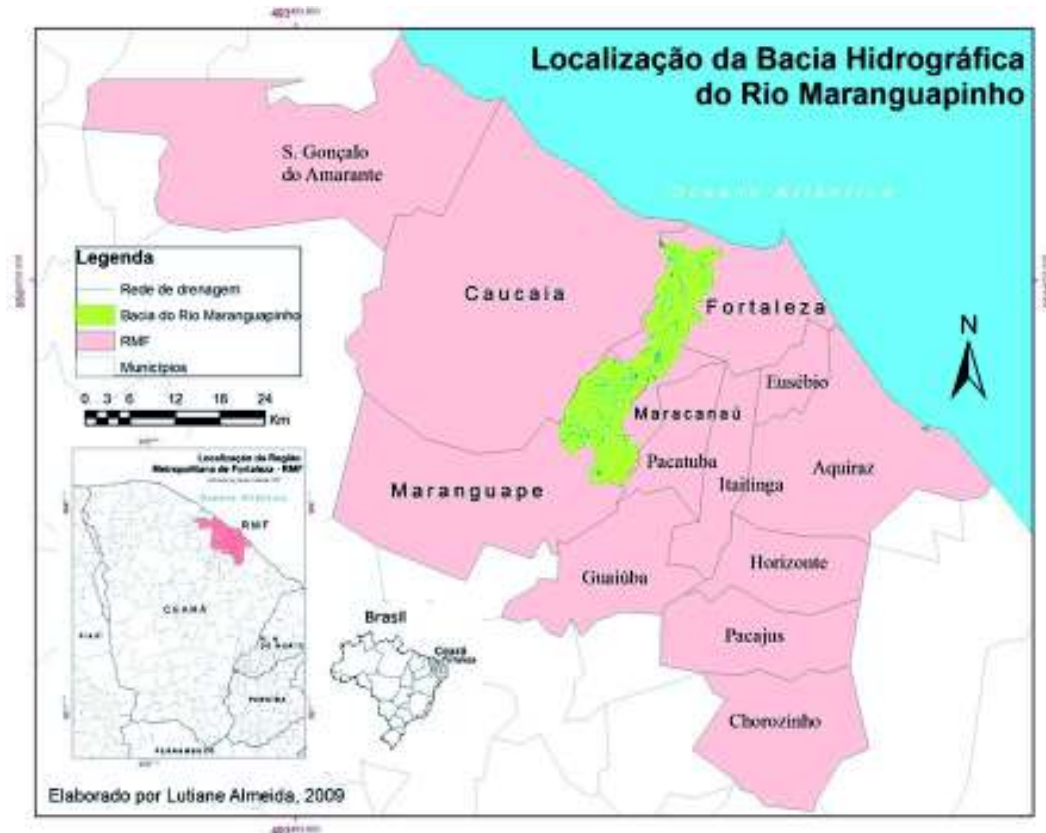


Figura 4 – Localização geográfica da bacia hidrográfica do rio Maranguapinho.

Fonte: elaborado por Almeida (2010).

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 o índice quanto o mapa foram produzidos com o uso de variados programas de geoprocessamento e uso de Sistemas de Informação Geográfica – SIG's, 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 social.

O DESAFIO DA MEDIÇÃO DA VULNERABILIDADE

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 e 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.

As vulnerabilidades socialmente criadas, entretanto, geralmente são ignoradas, principalmente em função da dificuldade em quantificá-las, explicando assim a histórica 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.

Dessa forma, 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 principais 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.

UMA PROPOSTA METODOLÓGICA DE MEDIÇÃO DA VULNERABILIDADE SOCIAL

Seleção das variáveis e delimitação dos setores censitários

Para avaliar as vulnerabilidades sociais da bacia hidrográfica do rio Maranguapinho e por seguinte, elaborar uma proposta de índice, dados socioeconômicos foram coletados do Censo 2000 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, cuja unidade de análise é o setor censitário. Utilizando o limites da bacia hidrográfica do rio Maranguapinho, através do programa de SIG e geoprocessamento ArcGIS 9.2, pôde-se delimitar os setores censitários 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 5).

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 caracterizam 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, resultou em 21 variáveis, já que algumas variáveis da pesquisa foram elaboradas com base na junção de duas ou mais variáveis do Censo 2000 (quadro 1).

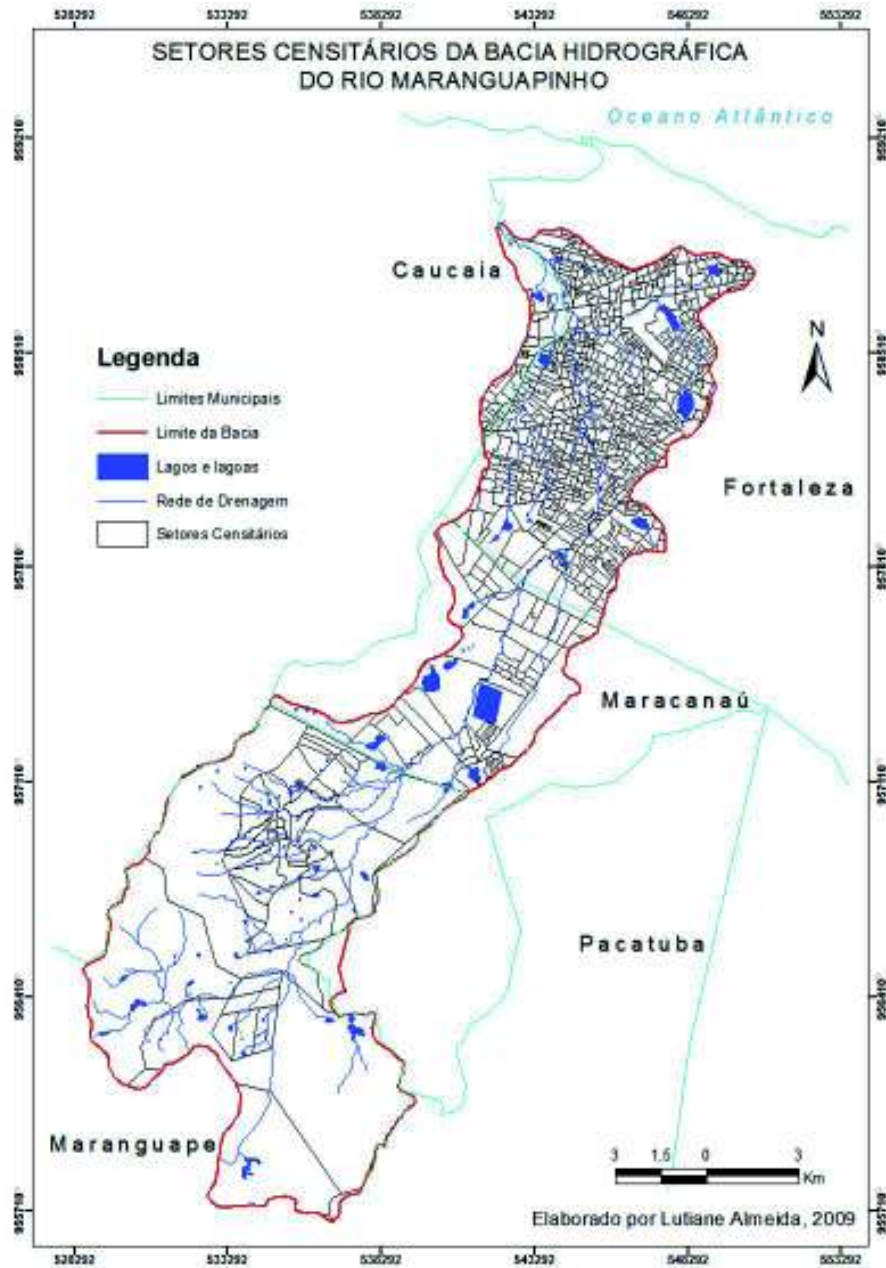


Figura 5 – Setores censitários da bacia hidrográfica do rio Maranguapinho.

Fonte: elaborado por Almeida (2010) a partir de Brasil (2008).

Quadro 1 - Variáveis selecionadas de acordo com os critérios de avaliação da vulnerabilidade social.

CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO DA VULNERABILIDADE SOCIAL	VARIÁVEIS
EDUCAÇÃO	V1 - Média do número de anos de estudo das pessoas responsáveis por domicílios particulares permanentes
CONDIÇÕES DE HABITAÇÃO E INFRA-ESTRUTURA	V2 - Domicílios particulares precários
	V3 - Domicílios particulares sem abastecimento de água da rede geral
	V4 - Domicílios particulares permanentes com banheiro ou sanitário sem esgotamento sanitário via rede geral de esgoto, pluvial ou fossa séptica
	V5 - Domicílios particulares permanentes sem banheiro
	V6 - Domicílios particulares permanentes com lixo não coletado
	V7 - Domicílios particulares permanentes de mais de 4 moradores
ESTRUTURA ETÁRIA	V8 - Responsáveis por domicílios particulares permanentes com 10 a 19 anos de idade
	V9 - Responsáveis por domicílios particulares permanentes de mais de 64 anos de idade
EDUCAÇÃO E ESTRUTURA ETÁRIA	V10 - Responsáveis por domicílios particulares permanentes nãoalfabetizados
	V11 - Responsáveis por domicílios particulares permanentes nãoalfabetizados com 10 a 19 anos de idade
	V12 - Responsáveis por domicílios particulares permanentes nãoalfabetizados com mais de 64 anos de idade
RENDA	V13 - Responsáveis por domicílios particulares permanentes com rendimento nominal mensal de até 3 salários mínimos
	V14 - Responsáveis por domicílios particulares permanentes sem rendimento nominal mensal
GÊNERO E ESTRUTURA ETÁRIA	V15 - Mulheres responsáveis por domicílios particulares permanentes com 10 a 19 anos de idade
	V16 - Mulheres responsáveis por domicílios particulares permanentes com mais de 64 anos de idade
GÊNERO E EDUCAÇÃO	V17 - Mulheres nãoalfabetizadas responsáveis por domicílios particulares permanentes
ESTRUTURA ETÁRIA	V18 - Pessoas com 0 a 14 anos de idade
	V19 - Pessoas de mais de 64 anos de idade
EDUCAÇÃO E ESTRUTURA ETÁRIA	V20 - Pessoas nãoalfabetizadas com 5 a 14 anos de idade
	V21 - Pessoas nãoalfabetizadas com mais de 64 anos de idade

Fonte: elaboração própria com base no Censo 2000 IBGE.

Análises Estatísticas

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

Para a elaboração de um índice de vulnerabilidade social utilizou-se a técnica de análise multivariada chamada de 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:

$$X - \mu = L F + \varepsilon$$

$$\begin{matrix} (p \times 1) & (p \times 1) & (m \times 1) & (p \times 1) \end{matrix}$$

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:

$$IVS_i = (FATOR1 + FATOR2 + \dots + FATORm) / m, i = 1, 2, \dots, 933, 934.$$

Depois de realizada a análise fatorial, foram obtidas as estimativas dos fatores para cada setor da população em estudo. Na quadro 2 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.

Quadro 2 - Percentual de explicação da variabilidade total para cada fator.

Fator	% da Vari- ância	% da Variância Acumulada
1	21,575	21,575
2	19,673	41,248
3	16,879	58,128
4	15,192	73,320

Fonte: dados da pesquisa.

No quadro 3, 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 estas variáveis.

Dessa forma, observando-se o quadro 3 (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 (cf. figuras 7 a 10).

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.

No quadro 4, são apresentadas medidas descritivas referentes aos fatores associados por grupo formado e no quadro 5 as medidas descritivas da média dos 4 fatores, que representa 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.

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 6).

Quadro 3 - 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 nãoalfabetizados com 10 a 19 anos de idade	0,207	0,100	-0,113	0,590
V12 - Responsáveis por domicílios particulares permanentes nãoalfabetizados 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 nãoalfabetizadas 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 nãoalfabetizadas com 5 a 14 anos de idade	0,492	0,679	-0,031	0,449
V21 - Pessoas nãoalfabetizadas com mais de 64 anos de idade	0,816	0,150	0,407	0,178

Fonte: dados da pesquisa.

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.

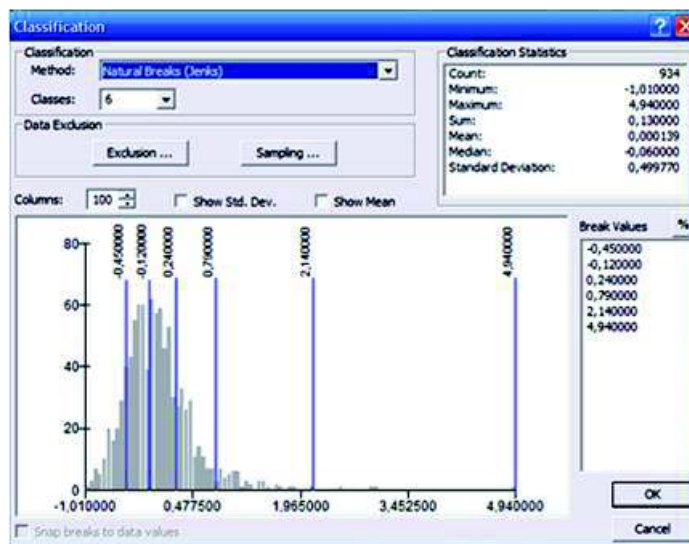


Figura 6 – Tela de classificação de dados do ArcGIS 9.2. Notar a criação e distribuição dos 6 grupos de vulnerabilidade social no gráfico, além de outros indicadores (quantidade de setores, valor mínimo e máximo do índice, média, mediana, desvio-padrão).

Fonte: dados da pesquisa.

Cada valor atribuído a um dado setor censitário pôde ser representado no Mapa de Vulnerabilidade Social, 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.

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.

Quadro 4 - Medidas descritivas dos fatores por grupo formado

Fator	Grupo	N	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 (Infra- estrutura 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
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.

Quadro 5 - Medidas descritivas do IVS por grupo

Grupo	N	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.

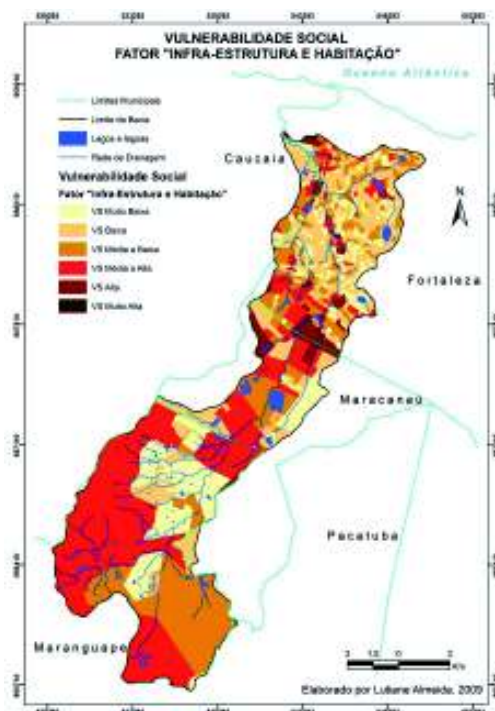
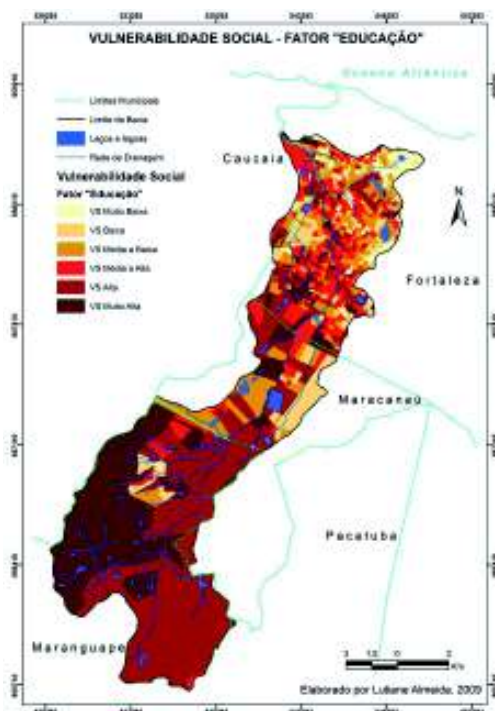


Figura 7 – Vulnerabilidade Social de acordo com o fator “educação”.

Figura 8 – Vulnerabilidade Social de acordo com o fator “infraestrutura e habitação”.

Fonte: elaborado por Almeida (2010).

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 acesso a serviços públicos, como a educação, quanto a presença de jovens e crianças e, principalmente, quanto à forma de moradia e acesso a infraestrutura.

De acordo com o quadro 4, 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 6, 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 aprofundar que a principal

dimensão responsável pela alta vulnerabilidade social do grupo 1 tem relação com as condições de infraestrutura e habitação.

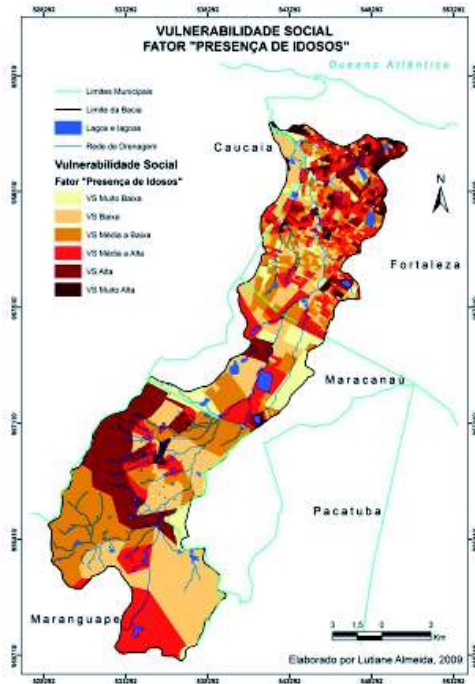


Figura 9 – Vulnerabilidade Social de acordo com o fator “presença de idosos”.

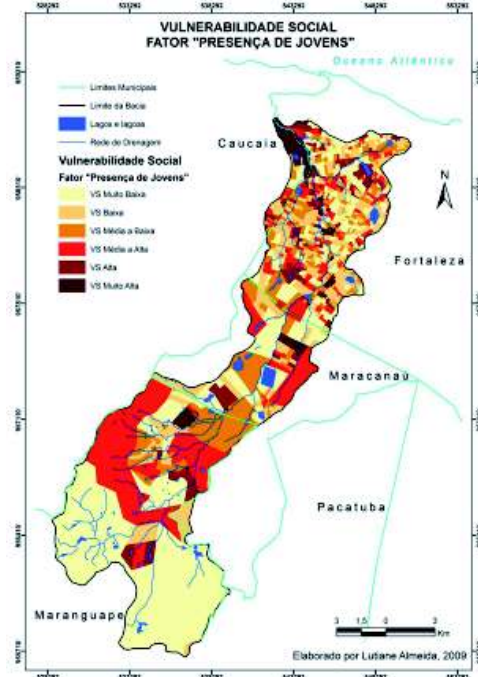


Figura 10 – Vulnerabilidade Social de acordo com o fator “presença de jovens”.

Fonte: elaborado por Almeida (2010).

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, de acordo com o IVS, localiza-se na porção noroeste da bacia do rio Maranguapinho, e abrange as comunidades consideradas pela Defesa Civil de Fortaleza como áreas de risco de inundação pela proximidade com a planície fluvio-marítima, sendo, assim, expostas à dinâmica fluvial e marítima. O referido setor também se constitui como o mais populoso da bacia hidrográfica do rio Maranguapinho, com população de 5.939 habitantes e densidade demográfica de 2.183 hab./ km² (figura 11).

O setor censitário com a segunda maior vulnerabilidade social também se localiza na porção noroeste da bacia hidrográfica do rio Maranguapinho e contíguo ao setor anteriormente descrito. Abrange da mesma forma as comunidades 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).



Figura 11 – Delimitação de área fortemente susceptível às inundações e aos fluxos de maré em Fortaleza (comunidade Vila Velha).

Fonte: modificado de Google Earth, 2009.

A coincidência entre densidades demográficas e de construções de habitações precárias e improvisadas, ocupando terrenos susceptíveis à dinâmica fluviomarinha, com carências de infraestrutura (saneamento básico, principalmente), relevantes taxas de analfabetismo e/ou pouca instrução, principalmente 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, de acordo com o IVS, localiza-se entre as margens do rio Maranguapinho e um afluente, na porção central da bacia, (porção oeste de Fortaleza), abrangendo a comunidade 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 infra-estrutura e ocupação por habitações precárias e improvisadas, com presença de jovens (figuras 12a e 12b).

O setor censitário com a quarta maior vulnerabilidade social localiza-se na porção noroeste da bacia do rio Maranguapinho, no Município de Caucaia, nos limites territoriais com Fortaleza, abrangendo uma população de 2.582 habitantes e densidade demográfica elevada, de 6.147 hab./ km².

Trata-se de uma das áreas socialmente mais vulneráveis aos perigos de inundação, tanto pelas condições precaríssimas de habitação, infra-estrutura e presença numerosa de jovens, quanto pela exposição às inundações por conta de ocupar terrenos rebaixados localizados entre o rio Maranguapinho e um de seus afluentes. Além disso, por estar situado nos limites municipais de Caucaia e Fortaleza, há dificuldades de acesso a serviços públicos pela indefinição territorial de algumas comunidades do setor, em definir a que município pertence e qual município deve prestar os serviços.



Figuras 12a e 12b – 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.

Grupo 2 – Vulnerabilidade Social Alta

O grupo 2 se configura 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 3 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 caracterizam 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, mas com importantes carências de infraestrutura, educação, entre outros (figuras 13 e 14).

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.



Figura 13 – Convivência com os múltiplos riscos e a forte precariedade de infra-estrutura e habitação (comunidade da Chesf – Fortaleza).

Figura 14 - Ocupação crescente do leito principal de afluente do rio Maranguapinho por palafitas (comunidade Capim - Fortaleza).

Fonte: fotos do autor, agosto de 2009.

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.

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. De acordo com a planilha geral do IVS, a contribuição dos fatores (dimensões de vulnerabilidade) para a vulnerabilidade social do grupo 3 depende da localização 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 se configura como 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 próximos dos cursos d'água e na periferia de Fortaleza em seus limites com Caucaia e Maracanaú (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 vulneráveis aos perigos naturais no que concerne a 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 à infraestrutura e presença de jovens e estavam associados à proximidade das drenagens e às periferias urbanas.

De acordo com o quadro 4, 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 3856,9 hab./ km².

É possível perceber no mapa de Vulnerabilidade Social (figura 15) 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, principalmente na

sua área central). Os setores com áreas maiores localizam-se na periferia de Fortaleza e nos Municípios de Maracanaú e Maranguape (em razão de a 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.

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 lhe 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, principalmente, 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;
- 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; conjuntos habitacionais dotados de relativamente boas condições de infraestrutura;
- 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;
- 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 infra-estrutura e serviços públicos, margeando distritos industriais, ferrovias, avenidas e rodovias estaduais, ou localizados nos Distritos-Sedes de Maracanaú e Maranguape.

Grupo 6 – Vulnerabilidade Social Muito Baixa

O grupo 6 apresenta índices de vulnerabilidade social muito baixos. Analisando-se o quadro 4, 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 (1831,13 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 com boas condições de infraestrutura e habitação, baixa presença de jovens e idosos, população de mais anos de estudo; conjuntos residenciais isolados, construídos por bancos de fomento à habitação, com boas condições de infraestrutura e habitação, baixa presença de jovens e idosos, população com mais anos de estudo; condomínios de prédios residenciais com boas condições de infra-estrutura e habitação, baixa presença de jovens e idosos, população de 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, que detém problemas de infra-estrutura e habitação, mas que apresenta baixíssimos índices nos demais fatores.

Quadro 6 - 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	991.162	100	239.554	100	340,94	100	

Fonte: dados da pesquisa; dados adaptados do Censo 2000 IBGE e retirados 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.

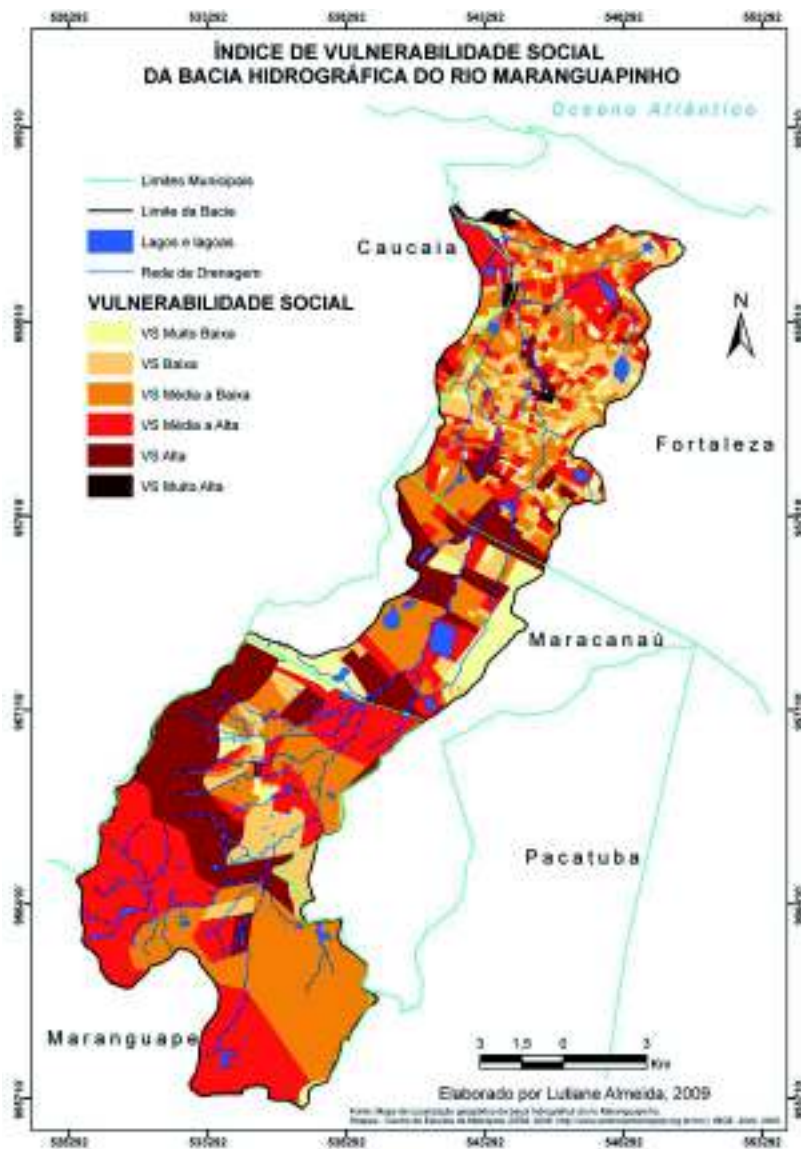


Figura 15 – Mapa de Vulnerabilidade Social da bacia hidrográfica do rio Maranguapinho.

Fonte: elaborado por Almeida (2010).

Com base nas análises anteriores e de acordo com o quadro 6, 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 Região Metropolitana de Fortaleza, refletindo um relevante contingente populacional que detém graves problemas sociais, representados por analfabetismo e/ou poucos anos de 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.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A principal tendência apontada pelo IVS foi a de que há coincidência entre os espaços expostos a perigos ambientais (inundações) e os espaços com maiores vulnerabilidade social. Assim, 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. Além disso, o emprego desse conceito pode auxiliar a tomada de decisões que possibilitem a redução dos riscos de desastres naturais.

A metodologia de operacionalização da vulnerabilidade utilizada neste artigo se baseia na tentativa de sua mensuração (entendida aqui como em Birkmann, 2006, p.55), viabilizada pela tentativa de estimação de um indicador específico de vulnerabilidade: a exposição física aos perigos naturais e a susceptibilidade social a esses processos.

O Índice de Vulnerabilidade Social - IVS, 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, a incorporação de outras variáveis de avaliação da vulnerabilidade, além de acesso a outras fontes de dados.

Mesmo assim, considera-se a metodologia empregada como suficientemente robusta para subsidiar, ao mesmo tempo, a realização de novas pesquisas sobre a temática e no direcionamento de investimentos prioritários nos espaços identificados como de maior vulnerabilidade socioambiental.

Por fim, o IVS pode ser utilizado de forma complementar a outras tipologias de indicadores socioambientais e auxiliar numa análise mais consubstanciada dos problemas das metrópoles brasileiras, não exclusivamente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, L. Q. de. **Vulnerabilidades socioambientais de rios urbanos. Bacia hidrográfica do rio Maranguapinho. Região Metropolitana de Fortaleza, Ceará.** Pós-Graduação em Geografia. Instituto de Geociências e Ciências Exatas/Unesp, Rio Claro, Tese de Doutorado, 2010. 278p.

ALMEIDA, L. Q. de.; ARAUJO, A. M. S. Análise estatística do índice de vulnerabilidade socioambiental das regiões em volta do rio Maranguapinho. **Relatório de Análise Estatística N° 02/2009.** Fortaleza (BR): LEMA/DEMA/UFC, 2009.

- BANKOFF, G.; FRERKS, G.; HILHORST, D.; eds. **Mapping Vulnerability: Disasters, Development and People**. London: Earthscan, 2004.
- BIRKMANN, J. (Ed.) **Measuring Vulnerability to Natural Hazards**. Towards Disaster Resilient Societies. Tokyo, New York, Paris: UNU-Press, 2006.
- BIRKMANN, J.; WISNER, B. **Measuring the Un-Measurable: The Challenge of Vulnerability**. Bonn (Alemanha): UNU-EHS, 2006.
- BLAIKIE, P. M.; CANNON, T.; DAVIS, I.; WISNER, B. **At risk: natural hazards, people's vulnerability, and disasters**. London: Routledge, 1994. 284p.
- BRASIL. MINISTÉRIO DAS CIDADES. SECRETARIA NACIONAL DE HABITAÇÃO. CENTRO DE ESTUDOS DA METRÓPOLE. **Assentamentos precários no Brasil urbano**. Brasília: Secretaria Nacional de Habitação. Ministério das Cidades. Centro de Estudos da Metrópole – Cebrap, 2008.
- CHARDON, A. C. **Croissance urbaine et risques "naturels": évaluation de la vulnérabilité à Manizales, Andes de Colombie**. 1996. Tese (Doutorado) - Universidade Joseph Fourier, Instituto de Geografia Alpina, Grenoble, França.
- CUTTER, S. L. Vulnerability to environmental hazards. **Progress in Human Geography**, 1996, v.20, n.4, p.529-539.
- CUTTER, S. L. ; BORUFF, B. J. ; SHIRLEY, W. L. Social vulnerability to environmental hazards. **Social Science Quarterly**, 2003, v. 84 (1): p. 242-261.
- CUTTER, S. L.; FINCH, C. Temporal and spatial changes in social vulnerability to natural hazards. [Em linha]. **Proceedings of the National Academy of Sciences**. 2008. Vol. 105, no. 7, pp. 2301-2306. <http://www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.0710375105>. [05 jan. 2009].
- 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. London: UK IDNDR Committee, 1994, pp. 11–3.
- D'ERCOLE, R. Les vulnérabilités des sociétés et des espaces urbanisés: concepts, typologie, modes d'analyse. **Revue de Géographie Alpine**, 1994, V. 82, n. 4, p. 87 – 96.
- IBGE. **Censo demográfico 2000**. Rio de Janeiro, 2000.
- 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**. Washington, DC: Island Press, Vol 1, pp143–164, 2005.
- MARANDOLA JR, E. Tangenciando a vulnerabilidade. In: HOGAN, D. J.; MARANDOLA JR, E. (Orgs.). **População e mudança climática: dimensões humanas das mudanças ambientais globais**. Campinas (BR): NEPO/UNICAMP, Brasília: UNFPA, 2009.
- MITCHELL, J. K. Hazards research. In: GAILE, G. L.; WILLMOTT, C. J. **Geography in America**. Columbus, OH: Merrill, 410-424, 1989.
- PELLING, M. **The vulnerability of cities: natural disaster and social resilience**. London: Earthscan, 2003.
- SEADE. **Índice Paulista de Vulnerabilidade Social. Espaços e Dimensões da pobreza nos Municípios do Estado de São Paulo**. [Em linha]. www.seade.gov.br/produtos/ipus/pdf/oipvs/pdf. [25 out. 2008].
- TURNER, B. L. et al. A framework for vulnerability analysis in sustainability science. [Em linha]. **Proceedings of the National Academy of Sciences**. 2003. Vol. 100, no. 14, pp.8074-8079. <http://yaquivalley.stanford.edu/pdf/turner_matson_2003.pdf#search=%22turner%20et%20al%20vulnerability%20pnas%22>. [12 mar. 2009].
- UN/ISDR. **Marco de acción de Hyogo para 2005-2015: aumento de la resiliencia de las naciones y las comuni-**

dades ante los desastres. Extrato del Informe de la Conferencia Mundial sobre la Reducción de los Desastres. [Em linha]. UN/ISDR: Kobe, Hyogo, Japão, 2005. www.unisdr.org/eng/hfa/docs/Hyogo-framework-for-action-spanish.pdf. [13 fev. 2009].

VALE, L. J.; CAMPANELLA, T. J. **The Resilient City**: How Modern Cities Recover from Disaster. Oxford: Oxford Univ Press, 2005.

VOGEL, C.; O'BRIEN, K. Vulnerability and Global Environmental Change: Rhetoric and Reality. [Em linha]. **AVISO** - Information Bulletin on Global Environmental Change and Human Security, 13, 2004. <http://www.gechs.org/aviso/13/index.html>. [05 jan. 2009].

Recebido em setembro de 2010

Aceito em dezembro de 2010