



RISCOS



FRAGILIDADE AMBIENTAL, VULNERABILIDADE SOCIAL E RISCOS DE DESASTRES NO BAIXO CURSO DO RIO
MARANGUAPINHO, FORTALEZA-CEARÁ-BRASIL*

25

ENVIRONMENTAL FRAGILITY, SOCIAL VULNERABILITY AND RISK OF DISASTER IN THE LOWER REACHES OF THE
MARANGUAPINHO RIVER, FORTALEZA-CEARÁ-BRAZIL

José Matheus da Rocha Marques

Departamento de Geografia, Universidade Federal do Ceará (Brasil)

ORCID 0000-0003-2246-3981 matheusgeoufc@gmail.com

João Sérgio Queiroz Lima

Departamento de Geografia, Universidade Federal do Ceará (Brasil)

ORCID 0000-0001-7795-8856 joaosergio1980@gmail.com

Jader de Oliveira Santos

Departamento de Geografia, Universidade Federal do Ceará (Brasil)

ORCID 0000-0003-2977-7086 jader.santos@gmail.com

RESUMO

O cenário urbano atual das principais metrópoles brasileiras retrata intensas alterações dos ambientes naturais para o empreendimento de cidades acarretando grande diversidade de problemas socioambientais, sobretudo nos assentamentos precários de moradia. Esta situação é verificada em Fortaleza, quinta maior cidade do país, capital do estado do Ceará, localizada no nordeste do Brasil. Enfatizam-se, nesse contexto, os assentamentos precários situados na margem direita no baixo curso do Rio Maranguapinho. O objeto principal é analisar a espacialização dos riscos de desastres ambientais nesses territórios. Para tanto, utiliza-se a correlação da fragilidade ambiental urbana com a vulnerabilidade social, estimada através de índice sintético. Os resultados permitem interpretar a relação espacial entre os assentamentos em pauta e os ambientes de maior fragilidade, evidenciando os riscos de desastres. Indica-se com isso a necessidade de medidas de ordenamento do território para prevenção das situações de crise.

Palavras-chave: Cidade de Fortaleza, assentamentos precários, vulnerabilidade social, desastres ambientais.

ABSTRACT

The present urban-environmental scenario of the Brazilian metropolises portrays significant changes in natural environments for the development of cities, resulting in a wide range of socio-environmental problems, especially in the precarious housing settlements. This situation is found in Fortaleza, the fifth largest city in the country, capital of the state of Ceará in north-east Brazil. In this context, we draw attention to the precarious settlements on the right bank of the lower reaches of the Maranguapinho River. The main goal is to examine the spatialization of the susceptibility to disaster risks in these territories. For this, we use the correlation between urban environmental fragility and social vulnerability, estimated by means of a synthetic index. The results allow us to interpret the spatial relationship between a the precarious settlements in question and the most fragile environments, thereby revealing the risk of disasters. This indicates the need for spatial planning measures to prevent crisis situations.

Keywords: Fortaleza, precarious settlements, social vulnerability, disasters.

* O texto deste artigo foi submetido em 07-08-2017, sujeito a revisão por pares a 22-09-2017 e aceite para publicação em 08-02-2018.

Este artigo é parte integrante da Revista *Territorium*, n.º 27 (I), 2020, © Riscos, ISSN: 0872-8941.

Introdução

A sociedade moderna tem se relacionado de forma conflituosa com a natureza, seja pela degradação provocada pela exploração econômica desenfreada dos recursos naturais, seja pelos riscos ambientais produzidos pela inadequada ocupação dos sítios naturais por grupos sociais vulnerabilizados. As ciências que se propõem a estudar tais problemas apontam as alterações inadvertidas no meio natural como a principal causa dos conflitos ambientais, principalmente nos espaços urbanos (J. O. Santos, 2015).

Sob a ótica desse dado contexto, o cenário urbano-ambiental atual das grandes cidades brasileiras retrata intensas alterações dos ambientes naturais para o empreendimento dos sítios urbanos, com grande diversidade de problemas socioambientais, pondo em riscos de desastres os grupos sociais que possuem baixas condições socioeconômicas, políticas e culturais frente às ameaças naturais (M. E. Zanella, 2006; J. Twigg, 2007).

Tal cenário é, de fato, ocasionado pela rápida urbanização brasileira, segundo aponta M. Santos (2008) em seu estudo sobre o tema, assinala que a urbanização brasileira se sucedeu de forma precária em termos de planejamento e gestão territorial e ambiental. Explica o autor que até a primeira metade do século XX a população do país era predominantemente rural e que, num período de apenas quatro décadas é que se dá a inversão de contexto do rural ao urbano, onde a população urbana passa de 25,73% em 1940 para 67,69% em 1980, mudando o principal lugar de residência da população.

Esse rápido crescimento das cidades brasileiras gerou uma grande quantidade de conflitos socioambientais, atingindo, sobretudo, os grupos sociais carentes. Destaca J. B. Silva (2009) que devido às suas condições socioeconômicas, grande parte dessa população alocou-se em áreas não destinadas à habitação, ou seja, em locais sem as condições de permanente bem-estar e inseguros, tais como zonas de declives elevados, margens de rios e solos não adequados ao referido uso. Aponta A. Queiroz Filho, (2015) que, nesse processo, foram constituídos os assentamentos urbanos precários, a saber: cortiços, loteamentos irregulares de periferia, conjuntos habitacionais degradados e, mais comumente nos países subdesenvolvidos, favelas.

Conforme avaliam M. E. Zanella e L. B. Souza (2009) e J. O. Santos (2015), em áreas de alta fragilidade ambiental, formadas no contexto urbano por terrenos não aproveitados pelo mercado imobiliário formal devido às suas características naturais não adequadas à urbanização, esses conflitos são intensificados pelo maior grau de vulnerabilidade dos assentamentos precários.

Nesse contexto os fenômenos naturais extremos suscitam impactos e riscos emergentes aos que se encontram nessa situação, produzindo as chamadas áreas de risco.

Reitera M. S. Souza (2009) que essa situação é verificada nas principais cidades brasileiras, em destaque para Fortaleza, capital do Estado do Ceará, situado na porção setentrional do Nordeste brasileiro (fig. 1), representando a quinta maior aglomeração urbana brasileira, com *status* de metrópole regional.

A cidade de Fortaleza possui uma área de aproximadamente 318,8 km² e apresentou acelerado crescimento e adensamento populacional em meio século, passando de um pouco mais de duzentos e setenta mil habitantes em 1950 para mais de dois milhões no ano 2000 (J. B. Silva, 2009) e, em 2016, ultrapassou dois milhões e seiscentos mil habitantes, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2016).

Com a problemática colocada em pauta, debruça-se em uma delimitação específica, no qual o contexto da área de estudo tem validade explicativa para a cidade em questão, assim como para a maioria das capitais brasileiras. Enfatizamos como unidade espacial de análise o baixo curso do rio Maranguapinho, abrangendo ambientes de planícies fluviais e flúvio-marinha. Segundo a Coordenadoria Municipal de Defesa Civil (COMDEC) o curso fluvial é o principal da segunda maior bacia hidrográfica da cidade, com 15,5 km, onde se localiza o maior número de comunidades sujeitas aos impactos dos eventos naturais de inundações nos períodos chuvosos (Fortaleza, 2016).

O fato aqui tratado corresponde aos assentamentos precários presentes no baixo curso do rio Maranguapinho, na sua margem direita, que sofrem historicamente danos sociais e materiais ocasionados por eventos pluviométricos que causam inundações. Questiona-se em quais assentamentos as inundações causam mais danos e como é possível espacializar o fenômeno de forma a explicar satisfatoriamente os processos no território?

A problemática exposta enseja o presente estudo, cujo objetivo principal é analisar a espacialização dos riscos de desastres ambientais nos assentamentos precários, em função da fragilidade ambiental urbana do sítio e da vulnerabilidade social dos assentamentos precários residentes, materializadas nas formas de uso e ocupação, predominantemente destinados à habitação.

Para tanto, mantemos a intenção de estabelecer, com este estudo, contributos não somente à compreensão da suscetibilidade ao risco de desastre no contexto urbano, mas na medida de verificar as situações de risco presentes nos assentamentos precários, baseado em metodologias científicas físico-geográficas aplicadas ao estudo dos riscos.

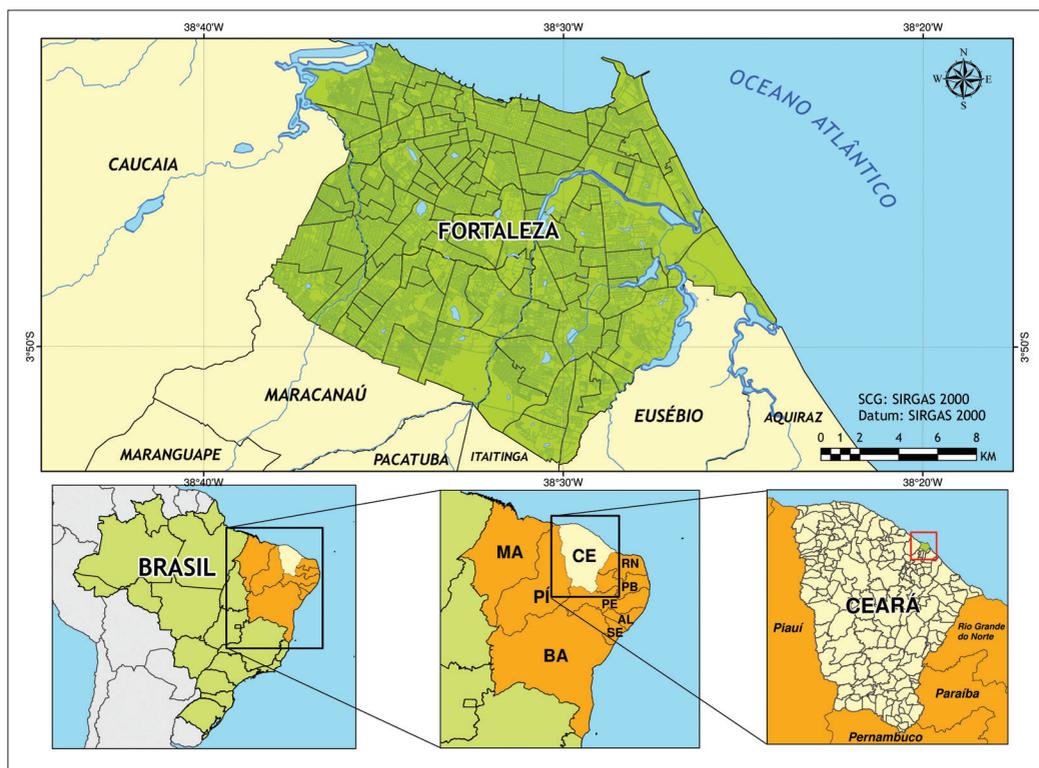


Fig. 1 - Localização da cidade de Fortaleza, Ceará.

Fig.1 - Location of Fortaleza, Ceará.

Área de estudo

O baixo curso é definido pela confluência das planícies fluviais e flúvio-marinhas do rio Maranguapinho, mantendo uma área de 4 km². Situa-se ao oeste de dois bairros de Fortaleza: Quintino Cunha e Vila Velha, limitando-se ao sul com o bairro Antônio Bezerra, cujos bairros fazem parte do baixo curso do rio (fig. 2). A área é limítrofe com o Município de Caucaia, situado a oeste da cidade de Fortaleza.

As áreas localizadas no baixo curso são sujeitas a inundações sazonais, sobretudo em anos de intensas precipitações pluviométricas ou quando ocorrem episódios de chuvas mais concentrados e de maior magnitude (M. E. Zanella e L. B. Souza, 2009). Em respeito ao entendimento das inundações no baixo curso, é preciso compreender a dinâmica atmosférica que rege a pluviosidade na cidade.

Para o estado do Ceará o sistema atmosférico produtor de chuvas mais importante é a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), correspondente a formação de totais pluviométricos que produzem cerca de 70% das chuvas em Fortaleza, concentradas em quatro meses (fevereiro, março, abril, maio). Seguem à ZCIT os Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis (VCAN) atuantes na pré-estação chuvosa, estendendo-se nos meses de janeiro a março; as Linhas de Instabilidade(LI), gerando chuvas em fevereiro e

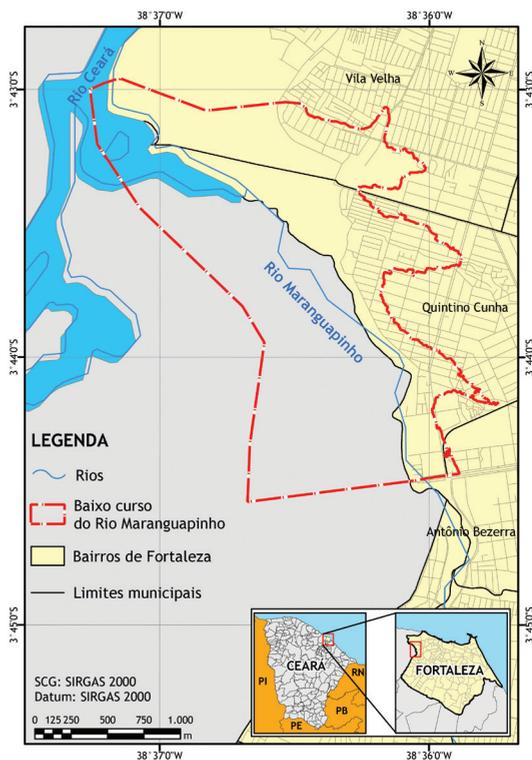


Fig. 2 - Localização do baixo curso da bacia hidrográfica do rio Maranguapinho.

Fig. 2 - Location of the lower reaches of the Maranguapinho river basin.

março; e, por últimos, os Processos Convectivos de Mesoescala (PCM), atuando na quadra chuvosa. Esses sistemas atmosféricos se manifestam como sistemas atmosféricos secundários conforme explicam Ferreira, A. G. e Mello, N. G (2005).

Os sistemas atmosféricos atuam em Fortaleza gerando eventos de chuvas diárias intensas, causando alagamentos e, principalmente, inundações, não só no baixo curso do rio em questão, mas praticamente em todos os corpos hídricos da cidade.

Em se tratando da ocupação dos espaços de Fortaleza, a leitura histórica explica o cenário atual. Seu espaço urbano é resultante da interação de diversos fatores e agentes produtores, como o estado, agentes econômicos (principalmente promotores do mercado imobiliário) e os diversos grupos sociais desiguais e combinados, conforme avalia M. C. L. Costa (2007). De acordo com a autora, o estado atua com seu poderio nos eixos da infraestrutura urbana; os produtores imobiliários atuam na segregação socioespacial, se apropriando das áreas centrais e relegando os espaços periféricos e áreas impróprias ao uso urbano; e os grupos sociais carentes, enfatizados nesse artigo, produzem de forma desigual o espaço da cidade nas diferentes formas de habitação.

Sobre essa relação, Silva (2009, p. 104) analisa que por volta da segunda metade do século XX os grupos sociais carentes concentram-se fortemente em Fortaleza, consolidando a urbanização da população do Estado do Ceará a partir dos anos 1980. Em termos quantitativos, segundo o autor, a população urbana em Fortaleza quintuplicou de 1940 para o início do século XXI.

Vindos das migrações campo-cidade, ocasionadas pelos períodos de estiagem no sertão semiárido cearense, Zanella e Souza (2009) apontam que os grupos sociais carentes passaram a ocupar os espaços menos valorizados e as periferias da cidade, facilitados pelo baixo custo inicial da terra. Mencionam também que muitos dos migrantes ocuparam as planícies de inundação do rio Maranguapinho buscando áreas de baixo custo imobiliário ou mesmo sem custo para construção da casa própria.

Entende-se, portanto, que é um quadro constituído por populações vulnerabilizadas historicamente que produz as situações de risco de desastre, e, nesse contexto, as inundações representam as ameaças naturais aos grupos sociais expostos à dinâmica fluvial, sujeitos ao desalojamento pela perda da casa, ao empobrecimento mais acentuado pela perda de bens materiais e oportunidades e sujeitos a perder até mesmo a própria vida, conforme se verifica historicamente em diversas matérias jornalísticas (Jornal Diário do Nordeste, 2017; Jornal O Povo, 2017).

Referencial conceitual teórico

Riscos e desastres

Eventos pluviais e inundações, assim como qualquer outro evento natural com potencial de causar acidentes e desastres são comuns à dinâmica dos ambientes que formam o sítio urbano. Tais eventos se constituem em ameaças naturais quando relacionadas à vulnerabilidade dos agentes expostos, no âmbito do entendimento dos riscos de desastres ambientais. Segundo expressam J. L. S. Olímpio, M. E. Zanella (2015) esses fenômenos apenas podem ser classificados como deflagradores de desastres quando ocasionam danos aos indivíduos e aos seus territórios.

Deve-se, portanto, atentar-se, de modo a compreender adequadamente os conceitos pertinentes aos estudos aplicados dos riscos nos prosopos das ciências ambientais, sobretudo no entendimento da relação conceitual entre risco e desastre. O risco é dado como uma situação futura, de probabilidade de que um determinado fenômeno adverso poderá afetar um determinado grupo social e que, caso se materialize, resultar-se-á em danos e prejuízos (L. B. Souza e M. E. Zanella, 2009).

Y. Veyret (2007), em outra visão, indica o risco como uma situação percebida como perigosa na qual se está suscetível ou onde os efeitos podem ser sentidos. Ele e sua magnitude se inserem em um dado contexto social, na medida em que serão influenciados pelas condições socioeconômicas das populações (Y. Veyret e N. M. Richemond, 2007).

Os riscos são assumidos, recusados, estimados, avaliados e calculados (Veyret, 2007). Para compreensão desses, J. O. Santos (2015) cita que não é uma tarefa fácil, visto que não pode ser entendido como produto de uma equação; é preciso ser entendido em um contexto mais amplo, que envolva a complexidade que a temática requer.

Fica evidente que a problemática dos riscos, a partir de uma perspectiva geográfica, tem efetiva ligação com a forma como as sociedades ocupam e usam o território, bem como os grupos sociais se distribuem por este (E. Marandola Jr e D. J. Hogan, 2004).

Os desastres, a propósito, serão considerados quando ocorrem no mesmo espaço e tempo eventos de origem natural (por exemplo: hidrogeomorfológicos, pluviométricos extremos) afetando o meio social mais vulnerável, portanto suscetível aos riscos, ocasionando impactos danosos e extensivos prejuízos, de difícil recomposição das populações afetadas. (G. A. Tobin e B. E. Montz, 1997). Eles existem, ainda segundo os autores, apenas quando há a materialização do risco, com perdas humanas, materiais, econômicas e ambientais.

Logo, na máxima de Souza e Lourenço (2015), entendemos que para fazer uma análise do risco, voltados a esse estudo, é necessário estabelecer uma metodologia que verse sobre a natureza e a extensão do risco, analisando os processos potencialmente perigosos e as condições de vulnerabilidade que possam apresentar riscos potenciais de danos às pessoas, as propriedades, meios de vida e do ambiente de que dependem.

Para o estudo delinea-se uma análise do risco de desastre ambiental em função da fragilidade ambiental urbana integrada à vulnerabilidade social presente nos assentamentos precários no território em questão.

Fragilidade Ambiental Urbana

A análise da fragilidade ambiental é uma proposta de investigação cujo objetivo básico é definir os diferentes níveis de fragilidade dos ambientes naturais, modificados ou não pelas atividades humanas e em face ao seu desenvolvimento. A metodologia proposta por J. L. S. Ross (1994), traz no seu escopo a necessidade de definição de unidades de fragilidade potencial e emergente, classificando-as em cinco níveis hierárquicos.

As unidades de fragilidade potencial são associadas aos ambientes estáveis, em condições de equilíbrio dinâmico e que, portanto, foram menos afetadas em sua estrutura e funcionamento pelas atividades humanas. Isto não quer dizer que sejam totalmente estáveis, apresentando instabilidade potencial qualitativa, em virtude das suas características naturais e das atividades humanas.

As unidades de fragilidade emergente estão associadas aos ambientes fortemente instáveis, em razão de não estarem em equilíbrio dinâmico. Também configuram-se nos ambientes onde as transformações antropogênicas modificaram intensamente o meio natural.

A definição dos níveis hierárquicos são dependentes de um conjunto de fatores que determinam a capacidade de resiliência do ambiente. No sentido da temática, procuramos utilizar a proposta de Santos e Ross (2012), que versa, pois, sobre o grau de fragilidade ambiental em meios urbanos, visto que o recorte espacial deste trabalho se trata de uma área altamente urbanizada; de elevado grau de alteração do meio físico natural.

Consideram na metodologia análise de indicadores que permitam a definição das unidades geomorfológicas: os padrões de formas do relevo por intermédio da identificação visual em trabalhos de campo, declividade, rugosidade topográfica, solos e nível de urbanização. Se faz a classificação dessa metodologia jus a relação do objetivo deste estudo: esse método de avaliação da fragilidade com a vulnerabilidade social associados aos riscos de desastres.

Vulnerabilidade social

Aborda-se aqui discussão da vulnerabilidade social na perspectiva dos riscos. Nesse sentido, Porto (2007) explica que o conceito de vulnerabilidade social está relacionado aos grupos sociais específicos que se encontram em um determinado território, expostos a um determinado fenômeno e fragilizados quanto a sua capacidade de compreender e se restaurar frente aos riscos.

Veyret e Richemond (2007) mencionam que o conceito de vulnerável na perspectiva do risco depende da exposição física a um perigo, apresentando certa fragilidade diante do evento e não tendo condições ou meios para enfrentar a crise. Entende-se assim que o grau de vulnerabilidade social dos grupos sociais afetados determina sua capacidade de reconstrução após a ocorrência do desastre, o que, de certo modo, reflete as condições socioeconômicas da população e suas relações com o espaço (J. O. Santos, 2015).

De modo a conferir a compreensão do grau de vulnerabilidade social em que estão inseridos os assentamentos precários no baixo curso do rio Maranguapinho, utilizamos o Índice de Vulnerabilidade Social. Trata-se de um índice sintético que permite associar diferentes variáveis em um indicador, possibilitando a representação aproximada das reais condições de vida de populações que vivem em áreas geograficamente bem delimitadas (SEMAS, 2009). Este tipo de índice pode ser aplicado na compreensão da suscetibilidade aos desastres.

Baseando-se nas aferições do Índice de Vulnerabilidade Social, considera-se que ele permite comparar um lugar a outro e revelar os fatores que explicam as diferenças de perdas sociais e econômicas quando há desastres naturais (S. L. Cutter, 2003). Como prova de conceito, o autor relata que a relação entre a ocorrência de desastres e o seu nível de vulnerabilidade social pode resultar numa análise preditiva para gestão dos riscos.

Assentamentos precários

Assentamentos precários podem ser entendidos em síntese como assentamentos inadequados de moradia ocupados predominantemente por população de baixa renda (BRASIL, 2010). Segundo A. P. Queiroz Filho (2015) são porções bem delimitadas do território urbano com dimensões e tipologias variadas, e que possuem em comum: o fato de serem áreas predominantemente residenciais, habitadas por famílias de baixa renda; a precariedade das condições de habitação, caracterizada por inúmeras carências e inadequações, como irregularidade fundiária, ausência de infraestrutura e saneamento básico, localização em áreas mal servidas por serviços e equipamentos sociais, terrenos alagadiços e sujeitos a riscos ambientais.

Materiais e métodos

Na busca do entendimento sobre o meio ambiente urbano, este estudo baseia-se na análise da fragilidade ambiental e nas suas implicações nos espaços fortemente urbanizados, onde se integram fragilidades, vulnerabilidades e riscos na perspetiva socio-ambiental.

O uso do método da fragilidade ambiental urbana tem a finalidade de compreensão da integração da dinâmica natural como os processos socioeconômicos, presente nas ações morfoodinâmicas, nos impactos que alteram as formações morfoedológicas, cobertura vegetal e qualidade das águas superficiais e nos riscos de desastres ambientais.

Como forma de melhor representação espacial da fragilidade são propostas as unidades de fragilidade potencial e emergente, hierarquizadas numa classificação qualitativo-numérica que varia de muito baixa a muito alta (QUADRO I).

Esse tipo de metodologia adota avaliação qualitativa e numérico-quantitativa para caracterização da fragilidade ambiental baseada nas condições de relevo, influências do grau de urbanização na cobertura do solo e formas de ocupação do território.

São usados procedimentos operacionais envolvendo levantamentos de campo; coleta de dados primários e secundários; técnicas de geoprocessamento em Sistemas de Informação Geográfica (SIG) para sistematização e produção cartográfica da fragilidade.

A carência dos grupos sociais é estabelecida mediante índice sintético de vulnerabilidade social (IVS), elaborado a partir do tratamento geoestatístico que realiza

correlações de dados censitários e espaciais. Tem como base dos dados sociais, econômicos e demográficos os levantados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística na escala dos setores censitários que, segundo o órgão, correspondem “a menor unidade territorial, formada por área contínua, integralmente contida em área urbana ou rural, com dimensão adequada a operação de pesquisas e cujo conjunto esgota a totalidade do Território Nacional, o que permite assegurar a plena cobertura do país” (IBGE, 2010).

Em cada setor censitário levanta-se uma série de informações que caracterizam e classificam a condição social da população residente nos domicílios que compõem aquele setor. Adota-se a base vetorial dos setores censitários de Fortaleza. Os procedimentos geoestatísticos integram metodologias propostas pela Secretaria Municipal de Assistência Social de Fortaleza (SEMAS, 2009) e pelo Instituto de Pesquisas Econômicas e Estratégias do Ceará (IPECE, 2010), articulando indicadores pertinentes para aferição da vulnerabilidade social dos assentamentos no baixo curso do Rio Maranguapinho.

O Índice de Vulnerabilidade Social é formado pela média ponderada de cinco subíndices: Saneamento - que indica as condições sanitárias dos domicílios que compõem cada setor censitário através de três indicadores: abastecimento de água, esgoto sanitário e coleta de lixo; Habitação - que possui dois indicadores relativos aos domicílios improvisados (barracas, tendas, grutas, vagões de trem) e a razão de moradores por domicílio, associado ao adensamento domiciliar; Educação - ligada a indicadores de pessoas não alfabetizadas e de chefes de famílias com 4 anos de estudo ou menos; Renda - onde informa os chefes de famílias com renda de até 2 salários mínimos (o equivalente a R\$510,00, no Brasil no período considerado) e a renda médias dos chefes de família dos setores; e, por último a Situação Social - na qual procura evidenciar a situação social de vulnerabilidade para a família.

Em síntese, temos a descrição das dimensões e indicadores que compõem as variáveis:

- a) Saneamento:
 - Percentual de domicílios particulares com abastecimento de água inadequada ou ausente;
 - Percentual de domicílios particulares permanentes com esgoto sanitário inadequado ou ausente;
 - Percentual de domicílios particulares permanentes com destino do lixo de forma inadequada ou ausente
- b) Habitação:
 - Percentual de domicílios improvisados no setor censitário;
 - Razão de moradores por domicílio.
- c) Educação:
 - Percentual de pessoas analfabetas;
 - Percentual de chefes de famílias analfabetos.

QUADRO I - Classificação das unidades de fragilidade.

TABLE I - Fragility units classification

| Unidades de Fragilidade | Classificação dos Níveis de Intensidade da Fragilidade | |
|-------------------------|--|----------|
| | Qualitativa | Numérica |
| Fragilidade Potencial | Muito Baixa | 1 |
| | Baixa | 2 |
| | Média | 3 |
| | Alta | 4 |
| | Muito Alta | 5 |
| Fragilidade Emergente | Muito Baixa | 1 |
| | Baixa | 2 |
| | Média | 3 |
| | Alta | 4 |
| | Muito Alta | 5 |

Fonte: Adaptado de Ross (1994).
Source: Adapted from Ross (1994).

d) Renda:

- Percentual de chefes de famílias com renda de até 2 salários mínimos;
- Renda Média do chefe de família.

e) Situação Social:

- Proporção de chefes de famílias de 10 a 19 anos.

A cada indicador foi ponderado segundo seu poder discriminatório, a exemplo, foi percebido que o indicador referente à renda possui maior poder discriminatório do que o referente à habitação, dessa forma, recebeu ponderação maior no índice. A análise da dispersão dos valores obtidos por setores censitários em relação a cada indicador possibilitou a atribuição de pesos que considerassem o seu poder de discriminação (QUADRO II).

Todos os percentuais obtidos da base do censo demográfico de 2010 foram calculados através da equação proposta

QUADRO II - Indicadores segundo o poder discriminatório.

TABLE II - Indicators according to discriminatory power.

| Dispersão | Peso Calculado | Peso utilizado | Indicador | Discrimina |
|-----------|----------------|----------------|-------------------------------|-------------|
| 0,0108 | 0,40 | 0,50 | Fornecimento de água | Pouco |
| 0,0979 | 3,14 | 3,00 | Escoamento Sanitário | Muito |
| 0,002 | 0,06 | 0,00 | Coleta lixo | Nada |
| | 3,60 | 3,50 | Indicador Sanitário | MUITO |
| 0,0015 | 0,01 | 0,00 | Domicílio Improvisado | Nada |
| 0 | 0,00 | 0,00 | Moradores por domicílios | Nada |
| | 0,01 | 0,00 | Indicador Habitação | NADA |
| 0,0359 | 1,16 | 1,00 | Analfabetismo | Médio |
| 0,0466 | 1,49 | 1,50 | Chefes de família analfabetos | Bom |
| | 2,66 | 2,50 | Indicador Educação | BOM |
| 0,0371 | 1,21 | 1,25 | % de 2 SM | Médio |
| 0,0473 | 1,53 | 1,50 | Renda Invertida | Bom |
| | 2,73 | 2,75 | Indicador de Renda | BOM |
| 0,0063 | 0,20 | 0,25 | Chefe Família de 10 a 19 anos | Muito Pouco |
| | 0,20 | 0,25 | Indicador de Situação Social | POUCO |
| Total | 9,20 | 9,00 | - | - |

Fonte: adaptado de SEMAS (2009)
Source: adapted from SEMAS (2009).

pelo IPECE (2010) para se ter a padronização dos indicadores, isto é, para considerar valores de 0 (menor vulnerabilidade) a 1 (maior vulnerabilidade).

$$I_{ps} = \frac{I_s - I_v}{I_{+v} - I_{-v}} \quad (\text{Eq. 1})$$

Onde:

- I_{ps} é o valor padronizado do indicador "I" no setor censitário "s";
- I_s é o valor do indicador "I" no setor censitário "s";
- I_v é o menor valor do indicador "I" dentre o universo de setores censitários;
- I_{+v} é o maior valor do indicador "I" dentre o universo de setores censitários.

Toda a coleta e tratamento de dados secundários foram distribuídos ao baixo curso do rio Maranguapinho, permitindo a espacialização da vulnerabilidade social nesse recorte espacial.

Os riscos de desastres são avaliados a partir da inter-relação entre a fragilidade ambiental do baixo curso do rio, que expressa os principais ambientes suscetíveis a eventos naturais com potencial de provocar impactos nos assentamentos, e a vulnerabilidade social desses, que expressa a sujeição aos efeitos adversos da dinâmica natural a qual estão expostos.

A compreensão da inter-relação baseia-se nas proposições de J. O. Santos (2015), quando o autor cita a importância da fragilidade como elemento definidor da suscetibilidade natural a ocorrência de eventos naturais. Tal assertiva se baseia na intensidade dos fenômenos naturais e em como esses podem ser potencializados em virtude das intervenções antropogênicas que podem aumentar o potencial energético, das mesmas especialmente as enurradas. Por ser turno a capacidade de resposta dos grupos sociais, expressa por sua vulnerabilidade, vai determinar o grau de impacto desses fenômenos.

Os procedimentos para avaliação desses impactos seguiram a análise e interpretação de produtos cartográficos básicos, temáticos e de sensoriamento remoto em escala compatível com o mapeamento para que se obtivesse a cartografia geomorfológica dos objetivos delineados, além de fornecer informações precisas para definição da fragilidade ambiental. Os trabalhos de campo esclareceram *in loco* os problemas identificados no laboratório. Assim, partindo de análise qualitativa, onde a fragilidade ambiental urbana assume primeiro grau de importância, estabelece-se a matriz de correlação dos riscos, como será apresentada no item resultados e discussões.

Resultados e discussões

Na cidade de Fortaleza os grupos sociais em assentamentos precários estabelecem relações no contexto ambiental produzindo processos de degradação do meio natural e sendo afetado pelos efeitos adversos dos eventos naturais, previsíveis em diversas situações de riscos correspondentes, principalmente, a inundações e alagamentos. Ao tratarem dos processos socioambientais no baixo curso do Rio Maranguapinho, Lima (*et al.*, 2009) ressaltam que, em grande parte da área, ocorrem situações de inadequação e irregularidade, derivadas da inserção construtiva indiscriminada no meio físico e ausência ou ineficiência das infraestruturas urbanas (drenagem urbana, sistema viário pavimentado, saneamento básico) e de serviços essenciais, como coleta de lixo, distribuição regular de energia e instalações hidráulicas.

Com dados georreferenciados dos assentamentos precários, fornecidos gratuitamente pelo site da Prefeitura de Fortaleza, “Fortaleza em Mapas” (2017), foi produzido em ambiente de SIG o mapa da distribuição espacial desses territórios no baixo curso do rio Maranguapinho (fig.3).

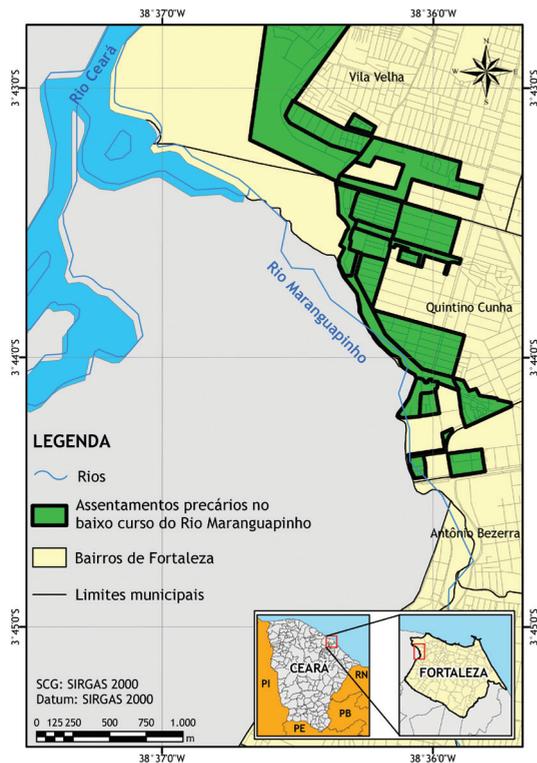


Fig. 3 - Espacialização dos assentamentos precários na margem direita do rio Maranguapinho.

Fig. 3 - Spatialization of precarious settlements on the right bank of the Maranguapinho river.

Na área de estudo foram identificados 18 assentamentos precários, diferenciados pelos territórios de distintas comunidades, que no total somam 5,919 famílias, cuja condição de habitação apresenta baixa qualidade de vida, de acordo o diagnóstico da Defesa Civil Municipal, relatado no Jornal O Povo (2017).

Como indicadora do estado do meio ambiente, a fragilidade ambiental urbana no baixo curso do Rio Maranguapinho pode ser evidenciada no mapa seguinte, apresentado na fig.4. A classificação aqui apresentada seguiu o estabelecido por Santos e Ross (2012).

A distribuição espacial da fragilidade do baixo curso do rio Maranguapinho divide-se em três zonas (fig. 4). Duas classificadas com fragilidade potencial e uma com fragilidade emergente, abrangendo a planície fluvio-marinha que margeia o canal, cujo ambiente deveria ser resguardado da ocupação urbana, mantendo-se sua funcionalidade.

Percebem-se nítidas correlações entre a maior fragilidade dos ambientes com a ocupação realizada pelos assentamentos precários de forma mais próxima do rio. Nesse contexto é explícita a formação de áreas de risco, decorrente da localização, exposição e vulnerabilidade

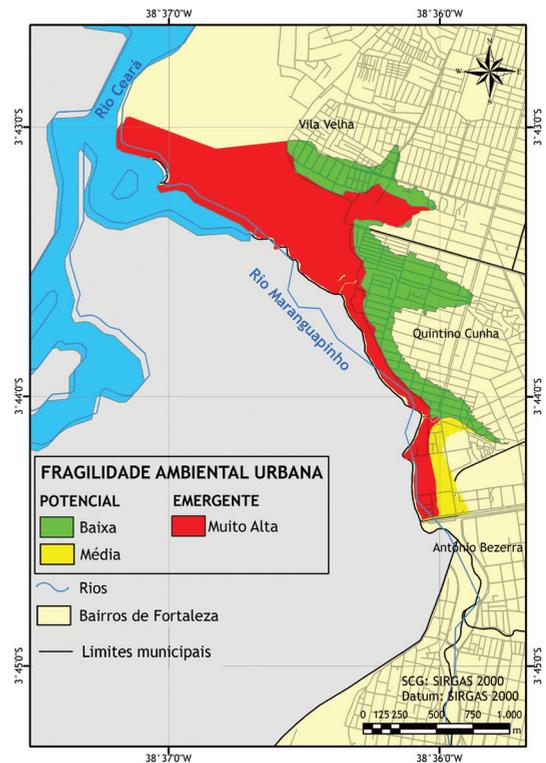


Fig. 4 - Fragilidade ambiental urbana do baixo curso do rio Maranguapinho.

Fig. 4 - Urban environmental fragility of the lower reaches of the Maranguapinho river.

dos grupos sociais às inundações, com potencial de causar desastres. Corroborando com esse entendimento a Defesa Civil Municipal (FORTALEZA, 2016).

Evidenciados pelos registros fotográficos (fot. 1), verifica-se que zonas com construções de estrutura e arquitetura débil, sem infraestruturas, sujeitas a alagamento e inundações como é o caso dos assentamentos precários, apresentam situações de risco de desastres que, geralmente, se materializam em formas danosas com prejuízos materiais e de vidas.



Fot. 1 - Registros de assentamentos precários no baixo curso do Rio Maranguapinho, em abril de 2017: (A) Ocupação no bairro Quintino Cunha; (B) Ocupação no bairro Vila Velha.

Photo 1 - Photos of precarious settlements in the lower reaches of the Maranguapinho River, in April 2017: (A) Occupation in the Quintino Cunha neighbourhood; (B) Occupation in the Vila Velha neighbourhood.

A vulnerabilidade desses assentamentos precários é sintetizada no Índice de Vulnerabilidade Social (SEMAS, 2009). Optou-se por produzir o índice na escala de detalhamento de setores censitários, disponibilizados pelo IBGE (2010), isso porque com um indicador estabelecido por um índice composto amplamente usado torna a compreensão mais próxima da real situação de risco em um determinado espaço. De tal maneira, refere-se à vulnerabilidade associada ao contexto dos riscos.

A espacialização do Índice de Vulnerabilidade Social do baixo curso do Rio Maranguapinho, com o resultado calculado por setores censitários aplicados na classificação dos assentamentos precários, segue a delimitação dos setores censitários (fig. 5). Para a definição das classes de vulnerabilidade de 0 a 1, foram extraídas a média e o desvio padrão dos valores obtidos da equação 1. A média obtida para os 42 setores censitários foi de 0,24 (M) e o desvio padrão de 0,11 (DP).

Com base no cálculo para as classes de vulnerabilidade (QUADRO III), os assentamentos foram classificados em quatro classes: Baixa vulnerabilidade (verde); Média vulnerabilidade (Amarelo); Alta vulnerabilidade (Laranja); Muito alta vulnerabilidade (Vermelho) (fig. 5).

QUADRO III - Base de cálculo das classes de vulnerabilidade.

TABLE III - Basis of calculation of vulnerability classes.

| Índice | Cálculo | | Valor IVS |
|------------|-------------------------------|---------------------|-----------|
| | Fórmula | Dados | |
| Baixa | Média - (1/2 Desvio Padrão) | 0,24 - (0,11 / 2) | 0,185 |
| Média | Média | 0,24 | 0,248 |
| Alta | Média + (1/2 Desvio Padrão) | 0,24 + (0,11 / 2) | 0,295 |
| Muito Alta | Média + (1,5 x Desvio Padrão) | 0,24 + (1,5 x 0,11) | 0,540 |

Fonte: adaptado de SEMAS (2009) / Source: adapted from SEMAS (2009).

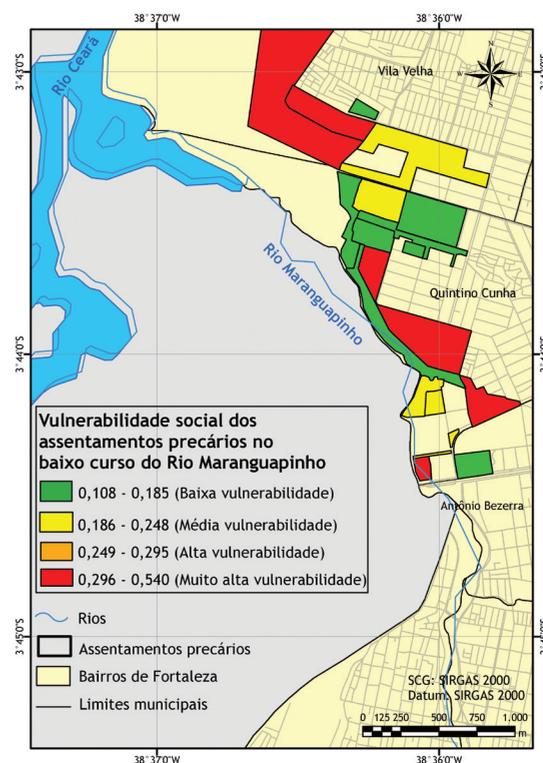


Fig. 5 - Índice de Vulnerabilidade Social dos assentamentos precários no baixo curso do rio Maranguapinho, em 2017.

Fig. 5 - Social Vulnerability Index of precarious settlements in the lower reaches of the Maranguapinho river.

Constata-se que os valores mínimos e máximos encontrados para o Índice de Vulnerabilidade Social calculado para os setores censitários e aplicados aos assentamentos precários foram 0,108 e 0,540, respectivamente. Quanto mais próximo de 0, menor é a vulnerabilidade; do contrário, quanto mais próximo de 1, maior é a vulnerabilidade. Os assentamentos precários com alta e muito alta vulnerabilidade concentram-se nos extremos norte e sul, ao longo do baixo curso do Rio Maranguapinho. Metade da quantidade dos assentamentos apresenta baixa vulnerabilidade.

Evidencia-se, portanto, que os assentamentos que estão próximos às vertentes e ao baixo curso do Rio Maranguapinho tendem a ter maior exposição a fragilidade ambiental urbana, entretanto mais capacidade de resposta aos riscos de desastres ocasionados por inundações e alagamentos.

Para identificação dos riscos foi efetuada uma correlação direta entre o nível de fragilidade potencial e emergente e a vulnerabilidade social, conforme apresentado na matriz elaborada em SIG, representada na QUADRO IV.

QUADRO IV - Correlação da fragilidade ambiental e vulnerabilidade social.

TABLE IV - Correlation of environmental fragility and social vulnerability.

| Fragilidade Ambiental | | ÍNDICE DE VULNERABILIDADE SOCIAL | | | |
|-----------------------|-----------------|----------------------------------|-----------|----------|----------------|
| | | Baixo (1) | Médio (2) | Alto (3) | Muito alto (4) |
| Potencial | Muito Baixa (1) | 1,1 | 1,2 | 1,3 | 1,4 |
| | Baixa(2) | 2,1 | 2,2 | 2,3 | 2,4 |
| | Média (3) | 3,1 | 3,2 | 3,3 | 3,4 |
| | Alta (4) | 4,1 | 4,2 | 4,3 | 4,4 |
| | Muito Alta (5) | 5,1 | 5,2 | 5,3 | 5,4 |
| Emergente | Muito Baixa (1) | 6,1 | 6,2 | 6,3 | 6,4 |
| | Baixa (2) | 7,1 | 7,2 | 7,3 | 7,4 |
| | Média (3) | 8,1 | 8,2 | 8,3 | 8,4 |
| | Alta (4) | 9,1 | 9,2 | 9,3 | 9,4 |
| | Muito Alta (5) | 10,1 | 10,2 | 10,3 | 10,4 |

Fonte/Source: adaptado de/adapted from Santos (2015).

O mapa das correlações que evidenciam a suscetibilidade aos riscos de desastres nos assentamentos precários no baixo curso do rio Maranguapinho. Mostra a evidente relação espacial entre os assentamentos precários e a fragilidade ambiental (fig. 6).

Os riscos de desastres são espacializados em nível dos assentamentos precários e derivados de muito baixo a muito alto. No assentamento que apresenta duas classes de fragilidade fez-se a opção de definir a aquela que contempla maior parte do território.

A correlação indica suscetibilidade mais alta aos riscos nas zonas mais próxima ao segmento do curso do canal fluvial, enquanto que a suscetibilidade mais baixa ocorre em áreas mais afastadas ao corpo hídrico. Interessante notar que o fato dos assentamentos precários se situarem em setores censitários de baixa vulnerabilidade social não quer dizer que não estejam suscetíveis aos riscos.

Considerações finais

Os resultados e as discussões expostas neste trabalho permitem interpretar que no baixo curso do Rio Maranguapinho é evidente a relação espacial entre a localização dos assentamentos precários com as porções de maior fragilidade ambiental urbana.

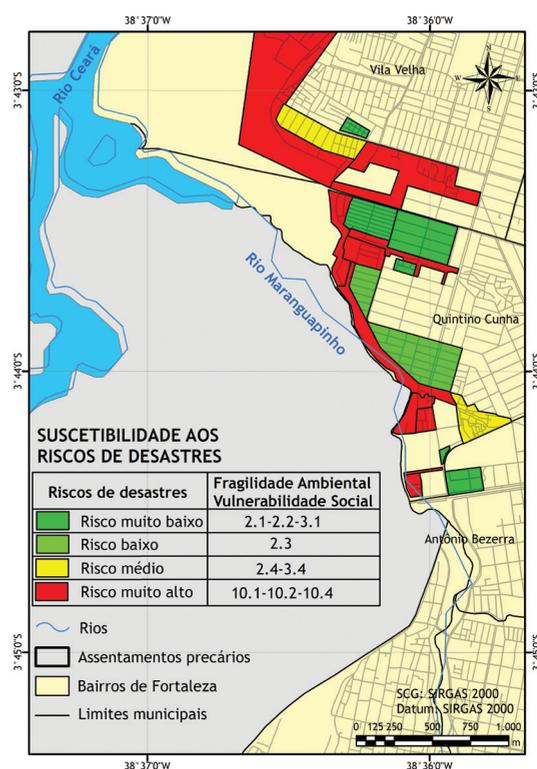


Fig. 6 - Mapa da suscetibilidade aos riscos de desastres aos assentamentos precários no baixo curso do rio Maranguapinho.

Fig. 6 - Map of susceptibility to disaster risks of precarious settlements in the lower reaches of the Maranguapinho river.

Os componentes físicos do território, na qual indicam a exposição e os tipos de riscos ambientais, e o nível socioeconômico dos grupos sociais e aos assentamentos precários, influenciam no potencial de ocorrência de desastres, na qual se espacializa de forma diferente de acordo com os resultados do IVS.

Os territórios de alto grau de fragilidade ambiental não apresentam condições adequadas para ocupação, como se percebe no baixo curso do Rio Maranguapinho, espaço sujeito a desastres associados a inundações, com possibilidade de danos tanto materiais quanto humanos. Compreende-se que aonde as instituições públicas não conseguem gerenciar e ordenar o território urbano, a suscetibilidade do sistema aos riscos eleva-se.

Essa constatação serve à identificação das áreas de risco de desastres ambientais relativas às inundações nesse setor da cidade de Fortaleza e a compreensão de que o contexto socioespacial em pauta representa condições propícias à ocorrência de desastres, necessitando de medidas de ordenamento territorial destinadas à prevenção e redução de riscos.

Referências

Cutter, S. L, Boruff, B. J, Shirley, W. L. (2003). Social Vulnerability to Environmental Hazards. *Social Science Quarterly*, 84, 242-261.

- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (2010). Censo Demográfico de 2010. Retrieved from http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/estimativa2016/estimativa_tcu.shtm
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (2016). População estimada para 2016. Retrieved from: www.sidra.ibge.gov.br
- INSTITUTO DE PESQUISAS ESTRATÉGICAS E ECONÔMICAS DO ESTADO DO CEARÁ (IPECE) (2010). Índice Municipal de Alerta 2010. Retrieved from: www.ipece.ce.gov.br/categoria4/ima/
- INSTITUTO DE PESQUISAS ESTRATÉGICAS E ECONÔMICAS DO ESTADO DO CEARÁ (IPECE) (2014). Mapeamento da vulnerabilidade social em nível de setores censitários: estudo de caso para o município de Caucaia (CE). Retrieved from: http://www.ipece.ce.gov.br/textos_discussao/TD_107.pdf
- JORNAL DIÁRIO DO NORDESTE (2017, abr. 12). Maranguapinho invade residências. Retrieved from: <http://diariodonordeste.verdesmares.com.br/cadernos/cidade/maranguapinho-invade-residencias-1.1736443>
- JORNAL O POVO (24, abr, 2017). Há 20 anos, a Cidade Parou. Fortaleza, Ceará, Brasil. Retrieved from: <http://www.opovo.com.br/jornal/cotidiano/2017/04/ha-20-anos-a-cidade-parou.html>
- Ferreira, A. G, Mello, N. G. (2005). 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*, 1, 15-27.
- FORTALEZA (2016, mar. 31). Defesa Civil monitora áreas vulneráveis e atende famílias atingidas pelas chuvas. Retrieved from <https://www.fortaleza.ce.gov.br/noticias/defesa-civil-monitora-areas-vulneraveis-e-atende-familias-atingidas-pelas>
- FORTALEZA (2016, abr. 08). Defesa Civil faz levantamento de famílias das áreas afetadas pelas chuvas. Retrieved from <https://www.fortaleza.ce.gov.br/noticias/defesa-civil-faz-levantamento-de-familias-das-areas-afetadas-pelas-chuvas>
- Lima, J. S. Q, Sales, L. B. F, Morais, T. M. (2009). Visão técnica da geografia física aplicada para o desenvolvimento de projetos públicos habitacionais de interesse social em Fortaleza-Ceará. XIII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada - XIII SBGFA, Viçosa-MG.
- Marandola Jr, E, Hogan, D. J. (2004). Natural Hazards: o estudo geográfico dos riscos e perigos. *Ambient. Soc.*, 7, 95-110. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1414-753X2004000200006>
- Olímpio, J. L. S, Zanella. M. E. (2015). Distribuição espaço-temporal dos desastres naturais associados à dinâmica climática no estado do Ceará. *Revista do Departamento de Geografia - USP*, 30, 110-131.
- Porto, M. F. S. (2007). *Uma ecologia política dos riscos: princípios para integrarmos o local e o global na promoção da saúde e da justiça ambiental*. Rio de Janeiro: Fiocruz.
- Queiroz Filho, A. P. (2015). As definições de assentamentos precários e favelas e suas implicações nos dados populacionais: abordagem da análise de conteúdo. *Revista Brasileira de Gestão Urbana*, 7, 340-353. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/2175-3369.007.003.A003>
- Ross, J. L. S. (1994). Análise empírica da fragilidade empírica dos ambientes naturais e antropizados. *Revista do Departamento de Geografia - USP*, 8. DOI: <http://dx.doi.org/10.7154/RDG.1994.0008.0006>
- Santos, M. (2008). *A urbanização brasileira*. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo.
- Santos, J. O, Ross, J. L. (2012). Fragilidade Ambiental Urbana. *Associação Nacional de Pesquisa e Pós-Graduação em Geografia*, 127-144.
- Santos, J. O. (2015). Relações entre Fragilidade Ambiental e Vulnerabilidade Social na Suceptibilidade aos Riscos. *Revista Mercator*, 75-90. DOI: <http://dx.doi.org/10.4215/RM2015.1402.0005>
- SECRETARIA MUNICIPAL DE ASSISTÊNCIA SOCIAL (SEMAS). (2009). Índice de Vulnerabilidade Social: relatório técnico. Fortaleza.
- Silva, J. B. (2009). Formação socioterritorial urbana. In: Dantas, E. W. C., Costa, M. C. L, Silva, J. B. (2009). *De cidade a metrópole: (Trans)formações urbanas em Fortaleza* (pp87-142). Fortaleza: Edições UFC.
- Souza, M. S. (2009). Análise da estrutura urbana. In: Dantas, E. W. C., Costa, M. C. L, Silva, J. B. (2009). *De cidade a metrópole: (Trans)formações urbanas em Fortaleza* (pp13-86). Fortaleza: Edições UFC.
- Souza, K .R. G, Lourenço, L. (2015). A Evolução do conceito de risco à luz das ciências naturais e sociais. *Revista Territorium*, 22, 31-44. DOI: http://dx.doi.org/10.14195/1647-7723_22_1
- Twigg, J. (2007). Characteristics of a disaster-resilient community: a guidance note. United Kingdom: Disaster Risk Reduction Interagency Coordination Group, 42 p.
- Veyret, Y., Richemond, N. M. (2007). Os tipos de riscos. In: Veyret, Yvette. (2007). *Os riscos: o homem como agressor e vítima do meio ambiente* (pp63-80). Tradução: Dílson Ferreira da Cruz. São Paulo: Contexto.
- Veyret, Y. (2007). Introdução. In: Veyret, *Os riscos: o homem como agressor e vítima do meio ambiente* (pp11-22). Tradução: Dílson Ferreira da Cruz. São Paulo: Contexto.
- Zanella, M. E. (2006). *Inundações em Curitiba, PR: impactos, riscos e vulnerabilidade socioambiental no Bairro Cajuru* (Doctoral dissertation, Tese de Doutorado. Meio Ambiente e Desenvolvimento-UFRP).