

## **Vulnerabilidade ambiental: uma abordagem sobre a exposição ao risco e a degradação ambiental em Mossoró/RN – Brasil**

### **Environmental vulnerability: an approach to risk exposure and environmental degradation in Mossoró/RN - Brazil**

DOI:10.34117/bjdv7n2-377

Recebimento dos originais: 16/01/2021  
Aceitação para publicação: 19/02/2021

#### **Gutemberg Henrique Dias**

Mestre em Ciências Naturais pela Universidade do Estado do Rio Grande do Norte –  
UERN

Professor do Departamento de Geografia da UERN  
Campus Universitário Central, Rua Professor Antônio Campos, s/n, BR 110, km 48,  
Bairro Costa e Silva, CEP. 59600-000, Mossoró, RN  
E-mail: gutembergdias@uern.br

#### **Márcia Regina Farias da Silva**

Doutora em Ecologia Aplicada pela Universidade de São Paulo - USP  
Professora do Departamento de Gestão Ambiental, do Programa de Pós-Graduação em  
Geografia e do Programa de Pós-Graduação em Ciências Sociais e Humanas da UERN.  
Campus Universitário Central, Rua Professor Antônio Campos, s/n, BR 110, km 48,  
Bairro Costa e Silva, CEP. 59600-000, Mossoró, RN  
E-mail: marciaregina@uern.br

#### **Alfredo Marcelo Grigio**

Doutor em Geodinâmica pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN  
Professor do Departamento de Gestão Ambiental, do Programa de Pós-Graduação em  
Geografia e do Programa de Pós-Graduação Ciências Naturais da UERN.  
Campus Universitário Central, Rua Professor Antônio Campos, s/n, BR 110, km 48,  
Bairro Costa e Silva, CEP. 59600-000, Mossoró, RN  
E-mail: alfredogrigio@uern.br

#### **RESUMO**

O presente artigo trata de identificar a vulnerabilidade ambiental na área urbana do município de Mossoró-RN, a partir do uso de técnicas de análises espaciais, tendo como linha de condução os estudos sobre a interação homem/natureza e suas consequências para o ambiente. O método utilizado para o desenvolvimento da análise de vulnerabilidade ambiental foi baseado em Alves (2006) e utilizou-se os resultados do Universo dos Censos Demográficos 2000 e 2010 (IBGE) e a malha de setores censitários, bem como, o banco de dados do Núcleo de Estudo Socioambiental e Territorial (NESAT/UERN), para o levantamento das informações geoespaciais que serviram para geração do mapa temático de vulnerabilidade ambiental. O estudo mostrou que a maior parte da área urbana apresenta vulnerabilidade ambiental média, que as áreas com

vulnerabilidade baixa estão associadas as porções com saneamento básico instalado e que as áreas de vulnerabilidade alta estão associadas as áreas próximas a corpos d'água.

**Palavras-chave:** urbanização, risco, vulnerabilidade socioambiental, geoprocessamento.

## ABSTRACT

This article tries to identify the environmental vulnerability in the urban area of Mossoró-RN, from the use of spatial analysis techniques, with the line of conduct studies on the interaction man/nature and its consequences for the environment. The method used for the development of environmental vulnerability analysis was based on ALVES (2006) and used the results of the Universe Censuses 2000 and 2010 (IBGE) and the grid of census tracts as well as, was used the database of Nucleus for environmental Studies and Planning (NESAT/UERN), for lifting the geospatial information that served to generate the thematic map of environmental vulnerability. The study showed that most of the urban area presents medium environmental vulnerability that areas with low vulnerability are associated to areas with sanitation installed and that the areas of high vulnerability are associated with areas near the water bodies.

**Keywords:** urbanization, risk, environmental vulnerability, geoprocessing.

## 1 INTRODUÇÃO

Este trabalho procura identificar as áreas de vulnerabilidade ambiental no âmbito da área urbana do município de Mossoró utilizando técnicas de geoprocessamento pautadas na metodologia empregada por Alves (2006), no estudo de vulnerabilidade socioambiental na metrópole paulistana, baseada na exposição da população residente ao risco ambiental e a exposição à degradação ambiental selecionadas a partir da utilização de informações censitárias (Censos 2000 e 2010) geradas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

O cenário de estudo é a área urbana do município de Mossoró que apresenta uma população residente, segundo o censo realizado pelo IBGE (2010) de 259.815 habitantes, sendo 237.241 habitantes residentes na área urbana do município. No âmbito do Estado do Rio Grande do Norte, Mossoró está localizada na Mesoregião Oeste e devido a rede de fluxo, se notabiliza por ser uma cidade polo com localização privilegiada, constituindo-se no segundo centro regional do Estado. Está situada entre duas capitais, Fortaleza/CE e Natal/RN, com acesso pelas BRs 110, 304 e 405, além de rodovias intermunicipais (IDEMA, 2004).

O Município é produtor de sal, petróleo e frutas irrigadas. Dispõe de reservas minerais, ostenta um comércio de porte que dá sustentação às regiões Oeste, Vale do Açu e Vale do Jaguaribe, essa última, no Estado do Ceará. Sua economia encontra-se em fase

de expansão atraindo indústrias de grande porte, como por exemplo, um parque cerâmico em fase de consolidação, que conta com o gás natural já disponibilizado para esse fim. Por outro lado, a mão de obra local está sendo capacitada para as atividades correlatas objetivando a consolidação do polo industrial (IDEMA, 2005).

Mossoró, no contexto urbano, pode ser inserida no bloco das cidades de médio porte que estão em processo acelerado de desenvolvimento econômico. O dinamismo econômico pautado, principalmente, nos últimos 30 anos, no setor petrolífero e sua posição como cidade polo da mesorregião Oeste, termina por criar as condições para uma expansão urbana acelerada e sem planejamento. Ressalta-se que essa expansão urbana está alicerçada num processo de esvaziamento da zona rural e migração de pessoas de centros urbanos menores, localizados com maior frequência, nos estados do Rio Grande do Norte e Ceará, como aborda Salles (2010):

No cenário das cidades, apesar de ser interiorana, Mossoró pode ser evidenciada como um espaço de crescimento, expansão e polarização das atividades do setor terciário da região oeste. Isso se deve a contribuição das atividades socioeconômicas para a concentração urbana, com destaque para a fruticultura, a exploração de sal, comércio e, principalmente, nos últimos trinta anos a exploração de petróleo. (p.16)

Na mesma linha de raciocínio, Pinheiro (2006) faz uma análise geral sobre o processo de expansão urbana que teve base na especialização econômica, como pode ser visualizado na citação abaixo:

A cidade de Mossoró, **como cidade nordestina de médio porte**, assumiu a condição urbana desde meados do século XIX. Desde então, se sucederam diversas especializações econômicas que garantiram a sua condição de centro regional para onde convergem diversos contingentes populacionais das áreas circunvizinhas. Assim sendo, esta pesquisa, tomando como objeto de estudo o processo de expansão urbana da cidade de Mossoró, tem como hipótese que o mesmo foi impulsionado por estas especializações econômicas, por sua vez, manifestadas de acordo com o processo de divisão do trabalho inter-regional. (PINHEIRO, 2006, p. 4, grifo nosso)

Com relação às taxas de crescimento da população total, no ano 2000, Mossoró ocupava a 6ª posição no ranking dos municípios do Rio Grande do Norte, no grupo em que aparecem os que apresentavam valores de crescimento acima da média estadual. A taxa de crescimento apresentada pelo município, com base nos censos de 1991 e 2000, foi de 1,23%.

Na perspectiva do contínuo crescimento da área urbana de Mossoró e da pressão antrópica sobre os recursos naturais é imprescindível identificar as áreas onde a vulnerabilidade ambiental está localizada, buscando gerar produtos cartográficos e analíticos que possam subsidiar o poder público na tomada de decisão quanto à implantação de políticas públicas direcionadas para mitigação dos impactos negativos sobre a população residente, principalmente, a de baixa renda que apresenta baixo poder de mobilidade quando submetida a processo de risco e degradação ambiental.

## **2 URBANIZAÇÃO, GLOBALIZAÇÃO, RISCO E VULNERABILIDADE NAS CIDADES**

As cidades, ao longo dos tempos, sempre foram concebidas a partir de uma visão dualista, sendo vistas ora como um quadro físico, ora como meio ambiente urbano (CARLOS, 2004). No primeiro caso, a cidade é vista apenas como espaço construído, apresentando formas sem vida e interação. Já no segundo, a cidade passa a ter um significado, delimitado a partir das relações sociais. Para Carlos (2004, p. 19), a cidade é “expressão e significação da vida humana” e a “história da cidade revela-a como obra e produto de um processo, que se realiza como realidade espacial concreta cujo movimento é produto de um processo histórico cumulativo”.

A cidade nesse contexto pode ser entendida como o produto concreto e palpável desse processo, conforme descreve Sposito (2001):

[...] o espaço é a história e nesta perspectiva, a cidade de hoje, é o resultado cumulativo de todas as outras cidades de antes, transformadas, destruídas, reconstruídas, enfim produzidas pelas transformações sociais ocorridas através dos tempos, engendradas pelas relações que promovem as transformações (p.11).

Ao partir do pressuposto que as cidades foram criadas em função da especialização ou divisão social do trabalho e tiveram seu florescimento a partir da implantação do capitalismo mercantil, como afirma Sposito (2001, p. 39) “este processo de reforço à economia mercantil permitiu a extensão da urbanização ao mundo colonial”, torna-se fato que a urbanização criou as condições para o processo de industrialização, e o desenvolvimento industrial gerou, dentro de um relativo curto espaço de tempo, uma urbanização acelerada, galgada, sobretudo, na aglomeração de indivíduos para atender as demandas dos processos industriais gestados a partir da Revolução Industrial ocorrida na segunda metade do século XVIII.

A partir de uma leitura mais criteriosa de Marx é possível identificar uma discussão, mesmo que incipiente, sobre a questão homem-natureza, principalmente, quando “[...] das preocupações de Marx com as relações capitalistas de produção (engendradoras do desequilíbrio homem-natureza) e o final desse modo de produção (instante em que a ciência de novo unificará harmonicamente esses dois elementos) [...]” (VESENTINI, 1989, p. 14). Dentro dessa mesma linha de pensamento, Vesentini (1989, p. 14) afirma que “a questão da diversidade entre sociedade e natureza não é apenas metodológica ou teórica, mas fundamentalmente prática e histórica”.

É imprescindível acrescentar um fator importante que vai amplificar as discussões no campo sociedade-natureza, a globalização. Para Milton Santos “a globalização é, de certa forma, o ápice do processo de internacionalização do mundo capitalista” (SANTOS, 2010, p. 23). Sendo assim, a globalização passa a ser o fio condutor das transformações, em tempo real, da natureza como objeto de consumo. Isso se dá claramente na forma em que os meios de comunicação global, através de técnicas cognitivas, pseudo-humanizam a natureza para que o capital possa apoderar-se sem grandes restrições da sociedade e, sempre, alicerçada em teorias científicas. Santos (2010) ao discutir o globalitarismo e totalitarismo afirma:

Como as técnicas hegemônicas atuais são, todas elas, filhas da ciência, e com sua utilização se dá ao serviço do mercado, esse amálgama produz um ideário da técnica e do mercado que é santificado pela ciência, considerada, ela própria, infalível. Essa, aliás, é uma das fontes do poder do pensamento único. Tudo o que é feito pela mão dos vetores fundamentais da globalização parte de ideias científicas, indispensáveis à produção, aliás acelerada, de novas realidades, de tal modo que as ações assim criadas se impõem como soluções únicas. (p.53)

No sentido de estar em todo lugar e a toda hora, surge o processo de urbanização que conhecemos hoje, galgado, sobretudo, na utilização dos espaços geográficos não mais com valor de uso e sim com valor de troca. A segmentação dos espaços urbanos segue um padrão ditado pelo capital e o estado termina sendo o principal vetor de ratificação dessa política de valorização dos espaços construídos e, também, daqueles onde existem possibilidades de apropriação de recursos naturais.

Na construção das cidades a urbanização termina sendo potencializada pela industrialização que cria as condições para ocupação dos espaços com o incremento populacional nos centros urbanos em detrimento do espaço rural. Mas, para Sposito (2001):

A expressão da urbanização via industrialização não deve ser tomada apenas pelo elevado número de pessoas que passaram a viver em cidades, mas, sobretudo porque o desenvolvimento do capitalismo industrial provocou fortes transformações nos moldes da urbanização, no que se refere ao papel desempenhado pelas cidades, e na estrutura interna destas cidades. (p.50)

Nessa direção, as cidades com seu processo de crescimento galgado na industrialização, seja urbana ou rural, criam condições ideais para serem transformadas em laboratórios para aplicação das tecnologias que servem para dar suporte ao modelo capitalista atualmente em vigor no mundo, criando, dessa forma, desigualdades que terminam por impactar a natureza gerando mudanças que tendem a causar impactos negativos sobre a vida humana na terra, surgindo daí os riscos que serão a base de estudos de teóricos como Beck (2002) e Giddens (1991) no campo da Sociologia Ambiental.

A teoria da Sociedade de Risco, proposta por Beck, nos remete, também, aos problemas advindos da criação e distribuição das riquezas. Lenzi, ao escrever sobre Beck diz “que perigos e riscos acompanham a história humana desde o seu início e, de certo modo, o risco pode ser visto como um fenômeno inerente a toda e qualquer ação humana” (2006a, p. 132). Já em outro momento ele afirma que “os riscos provenientes da Sociedade Industrial estavam associados à criação e distribuição das riquezas” (LENZI, 2006a, p. 133) e referenda sua afirmação com Beck em sua obra Sociedade de Risco.

[...] aos problemas e conflitos relacionados à distribuição de bens, se sobrepõem os problemas e conflitos que surgem da poluição, definição e distribuição de riscos produzidos pelo desenvolvimento tecnocientífico”. (BECK, 2010)

Os riscos dos quais fala Beck, na atualidade, estão associados às contaminações nucleares e químicas, poluentes em gêneros alimentícios, doenças da civilização entre outros. Lenzi ao comentar Beck afirma que “os novos riscos teriam uma tendência universalizante e globalizante, acompanhando a globalização da produção industrial e tornando-se independentes do local onde são produzidos” (LENZI, 2006a, p. 135).

Giddens, ao analisar os riscos inerentes à sociedade, busca no entendimento da junção do industrialismo e capitalismo, sendo ambos mediados pelo urbanismo moderno, os problemas que transformam o meio ambiente. Como explica:

Quando o capitalismo está unido ao industrialismo, como tem ocorrido nas sociedades europeias, o resultado é o início de uma série dramaticamente importante de alterações na relação entre os seres humanos e o mundo natural. São nestas alterações que o industrialismo está embebido [...] A cidade é o principal container de poder e está claramente diferenciada do interior, mas ambos participam do “conteúdo” do mundo natural, o qual e com o qual os seres humanos vivem numa condição de simbiose. O advento do capitalismo

industrial altera tudo isto. Quando conectado às pressões de mercantilização generalizada, o industrialismo engendra os meios de alterar radicalmente as conexões entre a vida social e mundo material. O principal mediador deste processo é o urbanismo (GIDDENS, 1987 *apud* LENZI, 2006b, p. 155).

Para Giddens, mesmo em alguns momentos parecendo retomar a dicotomia natureza e sociedade, há uma necessidade de separar “natureza” e “sociedade” enquanto domínios distintos da realidade (LENZI, 2006b). Essa aparente dissociação na realidade é o ponto de equilíbrio para que se possa enxergar a interação entre elas e está contida na teoria da estruturação. Tanto Giddens como Beck reconhecem que os sistemas naturais atualmente são produto de decisões humanas, ou seja, eles consideram a natureza socializada (GUIVANT, 2006, p. 17).

No âmbito dessa problemática surge a questão do risco e da vulnerabilidade socioambiental que podemos dizer que são dois conceitos que andam intimamente juntos. O risco, de uma maneira geral, pode ser classificado como um produto da construção social (VEYRET, 2007) forjado no processo de entendimento dos atores em relação ao modelamento do espaço geográfico e podem ser classificados como cita Dubois-Maury e Chaline (2004 *apud* MENDONÇA; LEITÃO, 2008) em:

a) Riscos naturais, quando derivam das forças da natureza e colocam a sociedade em perigo [...]; b) Riscos Tecnológicos, quando produzidos pela própria sociedade a partir das atividades materiais humanas [...] e c) Riscos Sociais, resultantes de diferentes movimentos sociais, mas que representam ameaças ao estado de normalidade social [...]. (p.146)

No meio urbano os gestores dos riscos necessitam “levar em conta as diferenças de percepções e de comportamento das populações” (VEYRET, 2007, p. 49) para que os modelos elaborados pelos cientistas não passem de peças inúteis frente aos acontecimentos que colocam a sociedade em risco.

É importante fazer referência ao conceito de vulnerabilidade de Mendonça e Leitão (2008) que apresentam o seguinte conceito sobre a vulnerabilidade na cidade:

A vulnerabilidade da cidade diz respeito, evidentemente, à condição dos homens e dos bens que ela concentra, mas implica, frequentemente, também, naquelas dos seus poderes, da sua imagem e da sua irradiação. Ela é variável e decorre de uma miríade de fatores que tornam os grupos mais ou menos suscetíveis aos impactos derivados de riscos diversos, que se formam nos contextos urbanos. (p.149)

Na mesma linha de pensamento, porém de forma mais segmentada, Alves (2006, p. 46) citando Moser (1998) diz que a “noção de vulnerabilidade geralmente é definida como uma situação em que estão presentes três elementos (ou componentes): exposição

ao risco; incapacidade de reação; e dificuldade de adaptação diante da materialização do risco”.

Já a definição de vulnerabilidade ambiental, objeto do estudo desse trabalho, está pautada na perspectiva de uma abordagem mais geográfica, que se baseia numa linha de análise sobre desastres naturais e avaliação de risco (ALVES; TORRES, 2006). Os mesmos autores, citando Cutter (1994), afirmam que a “vulnerabilidade pode ser vista como sendo a interação entre risco existente em um determinado lugar (*hazard of place*) e as características e o grau de exposição da população lá residente” (ALVES; TORRES, 2006, p.46).

Os trabalhos realizados por Alves, Pereira e Monteiro (2008), Alves e Torres (2006) e Alves (2006) apresentam uma visão clara da associação da pobreza às áreas de riscos na cidade de São Paulo. Essa associação se dá basicamente pela identificação de porções territoriais, classificadas como de risco ambiental médio e alto, sem uma infraestrutura adequada e ocupada por população de baixa renda. Essa mesma associação, em tese, pode ser observada na cidade de Mossoró.

### 3 METODOLOGIA

às análises A partir deste artigo busca-se gerar um produto cartográfico e analítico, utilizando-se técnicas de geoprocessamento, para identificar as áreas de vulnerabilidade ambiental na área urbana da cidade de Mossoró, com base na análise de indicadores adaptados de Alves (2006), referentes a risco ambiental e degradação ambiental.

Inicialmente foi realizado um levantamento da bibliografia a partir de estudos/trabalhos disponíveis que nortearam o processo de formulação teórica do estudo, tendo sido necessário buscar escritos sobre urbanização, riscos sociais e naturais, utilização de técnicas espaciais aplicadas à análise urbana, planejamento e ordenamento urbano, industrialização, urbanismo, capitalismo, entre outros temas.

No segundo momento foi elaborado todo o material cartográfico utilizado para dar suporte desenvolvidas. Nessa etapa, dados cartográficos oriundos da base já existente no Núcleo de Estudos Socioambientais e Territoriais (NESAT/UERN) foram utilizados, bem como, dados secundários levantados junto ao Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) das últimas duas décadas, como informações dos setores censitários e malha urbana digital do município de Mossoró. As informações do resultado do Universo do Censo Demográfico 2010 foram utilizadas para se estabelecer os setores censitários com cobertura da rede de saneamento.



A terceira etapa consistiu na interação dos conceitos gerais sobre riscos e vulnerabilidade e dos dados colhidos e gerados a partir dos trabalhos desenvolvidos em campo e no escritório. Nessa fase os produtos cartográficos foram de extrema importância para delimitar, no espaço, as áreas que são objetos de discussão e criar relações espaciais que seriam impossíveis de serem feitas apenas como uso de técnicas discursivas. Técnicas de geoprocessamento e uso de Sistemas de Informação Geográficas (SIG) foram aplicadas a partir do uso do pacote de aplicativos *ArcGis 9.3* e *softwares* para interpretação de dados de imagem de satélites.

Ainda, na terceira fase, foi gerado o mapa de vulnerabilidade ambiental da área urbana do município de Mossoró, que utilizou bases cartográficas preexistentes, as quais contemplavam a localização de recursos hídricos e a localização dos setores censitários.

A base metodológica para geração do mapa de vulnerabilidade ambiental baseou-se naquela utilizada por Alves (2006) que analisa duas dimensões dessa vulnerabilidade, ou seja, delimita as áreas com distâncias igual ou inferior a 50 metros dos cursos d'água, as quais estão sujeitas aos riscos de enchentes e transmissão de doenças por veiculação hídrica (risco ambiental) e, também, áreas de exposição a degradação ambiental classificadas a partir da baixa cobertura da rede de esgotamento sanitário. No caso específico desse trabalho optou-se pela distância de 100 metros dos cursos d'água devido a área dos setores censitários e a própria geometria das drenagens que se encontram localizadas em vales abertos, facilitando o espraiamento das águas quando em períodos de enchentes. Vale ressaltar que essa distância de 100 metros foi utilizada em estudo desenvolvido por Torres (1997).

Seguindo a metodologia de Alves (2006), foram definidas duas faixas de exposição ao risco ambiental. Para os setores censitários localizados a menos de 100 metros de qualquer curso d'água definiu-se como ALTO e para os setores censitários fora desse limite o risco foi considerado BAIXO. Já em relação a exposição a degradação ambiental, também, duas faixas foram definidas, sendo ALTA para os setores censitários com domicílios com rede de esgoto abaixo de 50% e BAIXA para os demais setores que tenham recobrimento da rede acima de 50%.

De acordo com Alves (2006) fazendo a combinação das variáveis: proximidade de cursos d'água e cobertura de esgoto é possível gerar faixas de vulnerabilidade ambiental ao nível de setor censitário. No caso específico do presente estudo foram determinadas quatro faixas que obedecem a relação das variáveis acima descritas. Abaixo são apresentadas as faixas:

- ✓ Faixa 1 (Baixa Vulnerabilidade Ambiental) – Baixo risco e baixa degradação ambiental. Mais de 50% da área do setor censitário com distância igual ou superior a 100 metros de curso d'água e cobertura da rede de esgoto superior a 50% dos domicílios;
- ✓ Faixa 2 (Média Vulnerabilidade Ambiental) – Alto risco e baixa degradação ambiental. Mais de 50% da área do setor censitário dentro da margem de 100 metros de curso d'água e cobertura da rede de esgoto superior a 50% dos domicílios;
- ✓ Faixa 3 (Média Vulnerabilidade Ambiental) – Baixo risco e Alta degradação ambiental. Mais de 50% da área do setor censitário com distância igual ou superior a 100 metros de curso d'água e cobertura da rede de esgoto inferior a 50% dos domicílios;
- ✓ Faixa 4 (Alta Vulnerabilidade Ambiental) – Alto risco e Alta degradação ambiental. Mais de 50% da área do setor censitário dentro da margem de 100 metros de curso d'água e cobertura da rede de esgoto inferior a 50% dos domicílios.

As faixas dois e três apresentam em seu enunciado relações distintas, porém os pesos das faixas são iguais, ou seja, as duas faixas estão classificadas como média. Para facilitar a visualização dos resultados, na geração do mapa temático referente a vulnerabilidade ambiental, optou-se em apresentar apenas três faixas de vulnerabilidade (baixa, média e alta) fundindo dessa forma as faixas 2 e 3.

Para seleção e cálculo das porcentagens das áreas com risco ambiental (áreas sujeitas a enchentes e população exposta a risco de doenças de veiculação hídrica) foi utilizado o *software ArcView 9.3*. Primeiramente foi gerado um *buffer* com distâncias laterais dos corpos d'água de 100 metros. Esse *buffer* foi transformado em *shapefile* o qual serviu para fazer a interseção com os setores censitários para o cálculo das porcentagens da área dos setores censitários inseridas no *buffer*.

A outra etapa do processo para geração do mapa de vulnerabilidade ambiental, ou seja, a identificação dos setores censitários com exposição a degradação ambiental, fundamentou-se na classificação dos setores com cobertura da rede de esgoto e o estabelecimento da porcentagem, quanto a presença de esgotamento. Após a classificação

foi feita a interseção com o buffer de 100 metros para se identificar os setores censitários e classificá-los se estavam expostos a alta ou baixa degradação ambiental.

Após a junção das informações geradas nas etapas anteriores elaborou-se os mapas temáticos que deram suporte a discussão e resultados analíticos dos setores censitários com vulnerabilidade ambiental dentro dos parâmetros estabelecidos para essa pesquisa.

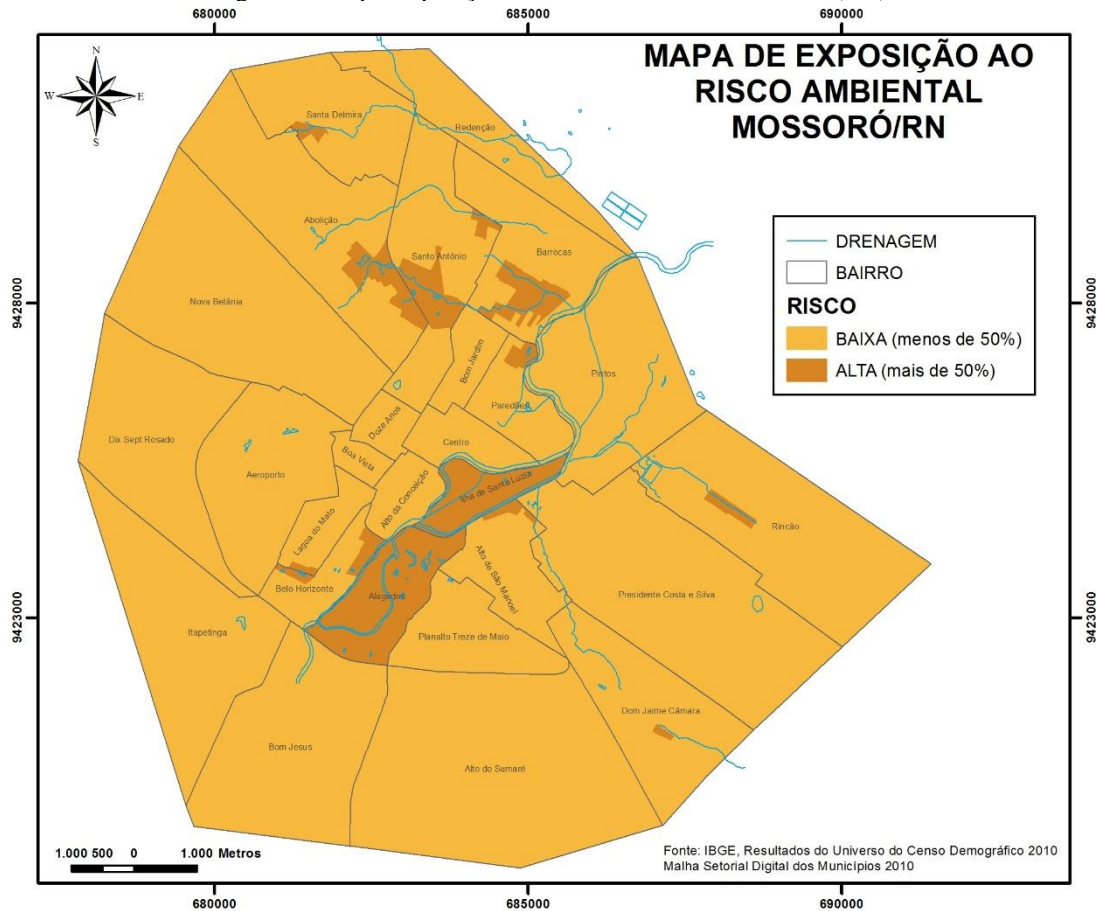
#### **4 RESULTADO E DISCUSSÃO**

Com o processamento dos dados foram gerados três produtos cartográficos: Mapa de Exposição ao Risco Ambiental, Mapa de Exposição à Degradação Ambiental e o Mapa Síntese de Vulnerabilidade Ambiental.

O mapa de exposição ao Risco Ambiental (Figura 1) foi montado com base na distância dos setores censitários aos corpos hídricos, obedecendo uma distância de 100 metros. Como exposto na metodologia foram criadas duas faixas de observação, ou seja, os setores com mais de 50% inseridos no buffer de 100 metros (Risco Alto) e os setores fora do buffer (Risco Baixo).

Quando se observa a Figura 1, fica claro que as áreas com Risco Ambiental considerado alto se encontram, basicamente, em duas áreas distintas: a região central da cidade, envolvendo os bairros Alagados, Ilha de Santa Luzia e parte do Belo Horizonte e, a região Noroeste, englobando parte dos bairros Paredões, Barrocas, Santo Antônio e Abolição. Vale ressaltar que o bairro Barrocas tem uma grande área considerada de alto risco ambiental e, também, detém um alta densidade demográfica e padrão de renda baixa.

Figura 1. Mapa Exposição ao Risco Ambiental, Mossoró (RN).



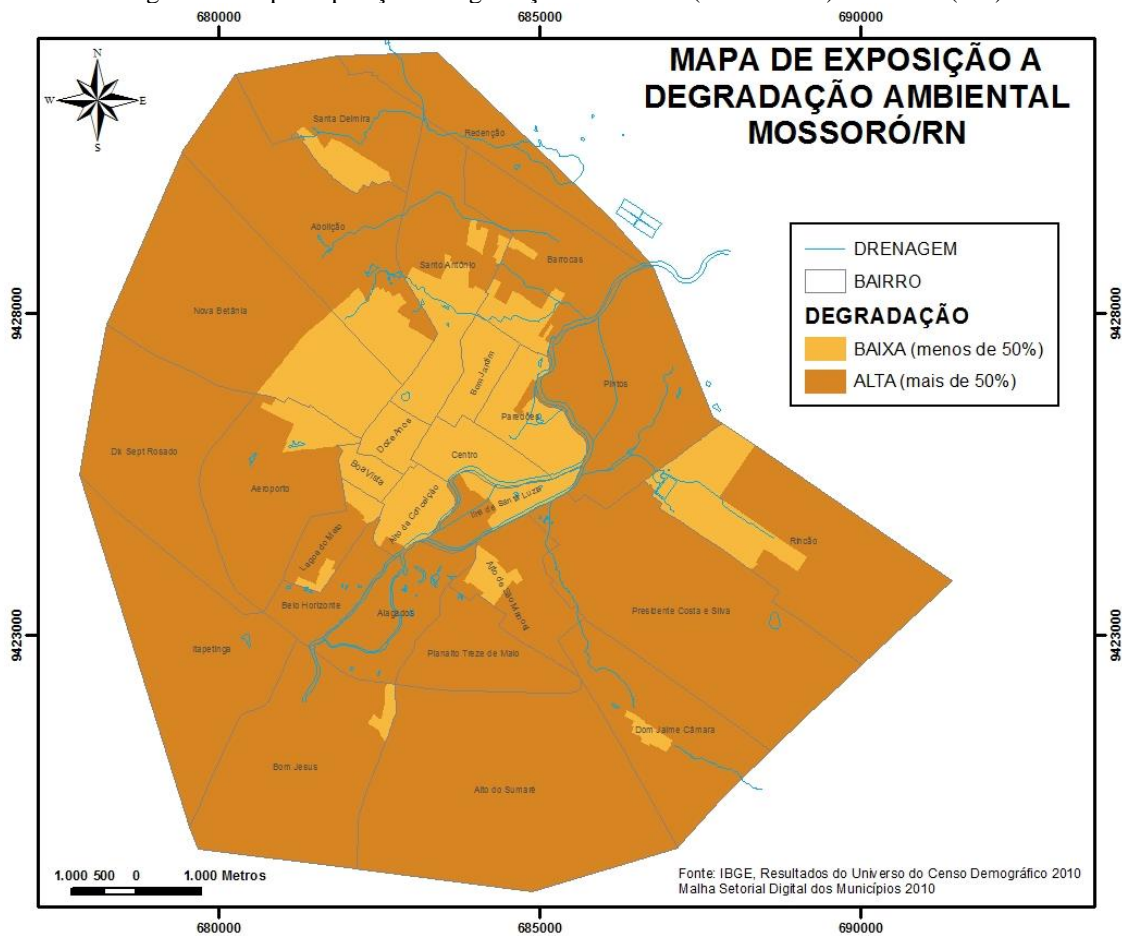
Fonte: IBGE, 2010.<sup>1</sup>

O Censo 2010 aponta para alta densidade demográfica da área. Essa mesma condição foi observada por Jacobi (1995) quando analisou a relação da população com o meio ambiente na cidade de São Paulo.

O mapa de Exposição a Degradação Ambiental (Figura 2) levou em consideração os setores censitários com cobertura de rede de saneamento. No caso específico da geração desse mapa foi estabelecida a porcentagem dos setores censitários levando em conta a variável 17 (Domicílios particulares permanentes com banheiro de uso exclusivo dos moradores ou sanitário e esgotamento sanitário via rede geral de esgoto ou pluvial) do Resultado do Universo do Censo Demográfico 2010 disponível na base de dados do IBGE.

<sup>1</sup> Com dados adaptados pelo autor.

Figura 2. Mapa Exposição à Degradação Ambiental (Censo 2010). Mossoró (RN).

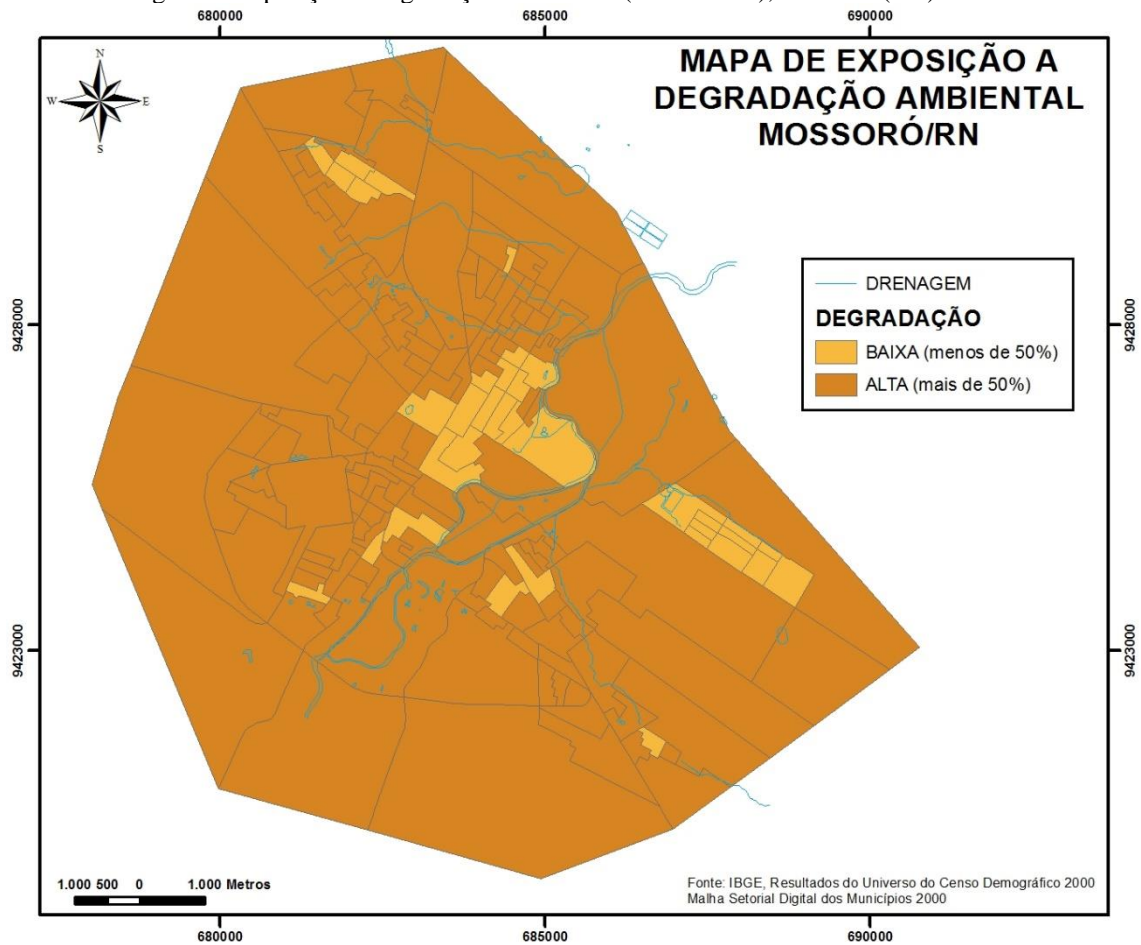


Fonte: IBGE, 2010.<sup>2</sup>

Para efeito comparativo foi elaborado o mapa de Exposição a Degradação Ambiental com base no Censo Demográfico 2000 (Figura 3) que serviu de base para entender a ampliação da cobertura da rede de saneamento básico da área urbana do município de Mossoró. Ambos os mapas ratificam os achados de Alves et al (2008), Alves e Torres (2006) e Alves (2006) demonstram a associação da pobreza às áreas de risco ambiental médio e alto, sem uma dotação de infraestrutura adequada e ocupada por população de baixa renda. No caso específico de Mossoró as áreas de maior degradação estão associadas as áreas periféricas que recebem menores investimentos públicos.

<sup>2</sup> Com dados adaptados pelo autor.

Figura 3. Exposição à Degradação Ambiental (Censo 2010), Mossoró (RN).



Fonte: IBGE, 2000.<sup>3</sup>

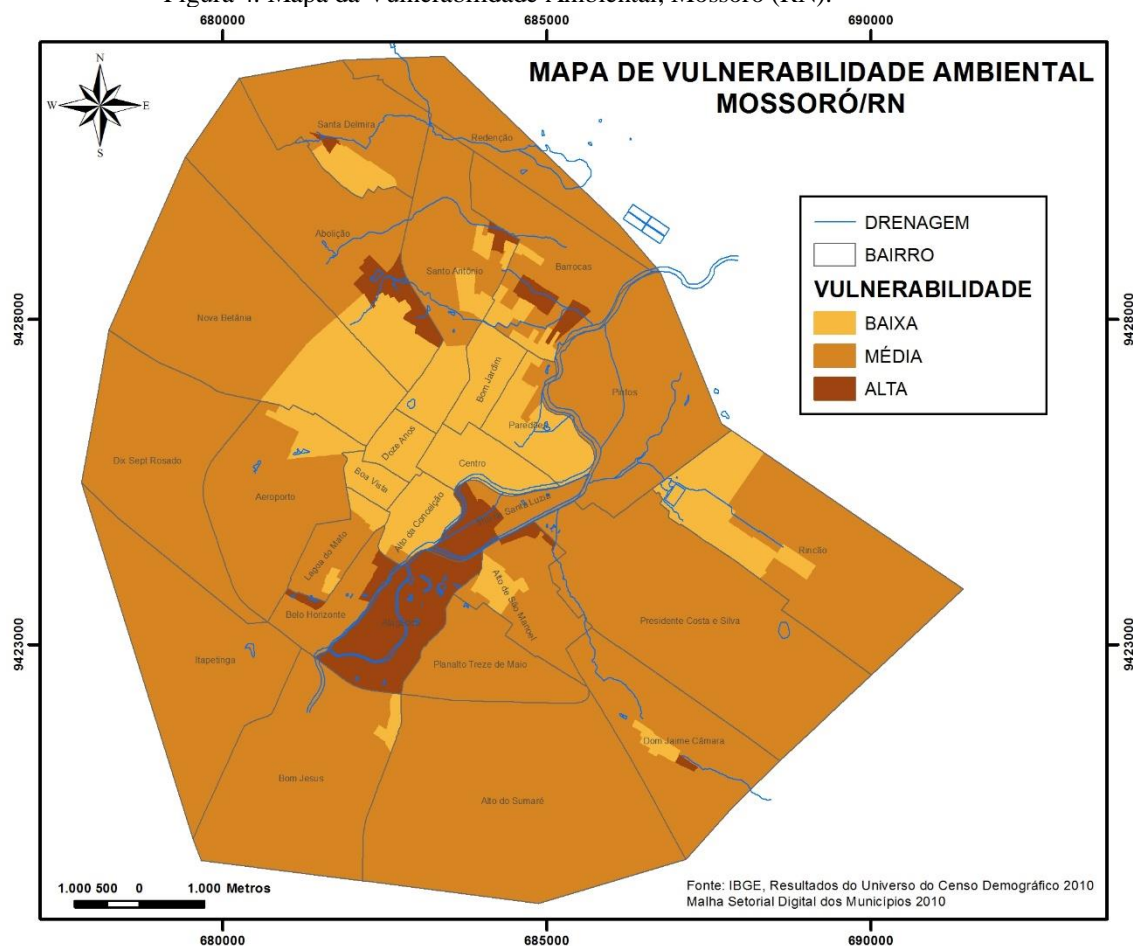
Ao comparando os dois mapas de Exposição a Degradação Ambiental (Censo 2000 e 2010), mesmo tendo ocorrido mudanças quanto ao aumento do número de setores censitários, observa-se claramente uma diminuição do risco nas áreas que envolvem os bairros centrais da cidade de Mossoró. Essa diminuição ocorreu pelo investimento do setor público na implantação de rede de esgotamento sanitário nos bairros centrais de forma que ocasionou a expansão da área coberta para noroeste, avançando sobre bairros como Nova Betânia, Santo Antônio, Bom Jardim, Boa Vista e Doze Anos.

O produto cartográfico final é o Mapa de Vulnerabilidade Ambiental (Figura 4) elaborado a partir da junção dos mapas de exposição risco ambiental e do mapa de exposição a degradação ambiental. Os resultados são apresentados em três categorias de vulnerabilidade: BAIXA (Baixo risco e baixa degradação ambiental), MÉDIA (Alto risco

<sup>3</sup> Com dados adaptados pelo autor.

e baixa degradação ambiental; Baixo risco e Alta degradação ambiental) e ALTA (Alto risco e Alta degradação ambiental). A análise do mapa mostra que a maior parte da área urbana do município de Mossoró encontra-se exposta a uma vulnerabilidade ambiental média, sendo essas áreas caracterizadas como de expansão urbana, ou seja, merecendo uma atenção maior, por parte dos gestores municipais, quando de sua ocupação. As áreas de baixa vulnerabilidade são aquelas onde o saneamento básico está presente, mas existem ressalvas em relação aos bairros periféricos, como o Santo Antônio e Abolição, que mesmo saneados apresentam áreas com vulnerabilidade média e alta. As áreas de alta vulnerabilidade estão localizadas nos bairros Belo Horizonte, Alagados e Ilha de Santa Luzia, bem como, numa porção do bairro Abolição, nas proximidades do canal do Thermas, as demais áreas ocorrem de forma difusa na zona urbana.

Figura 4. Mapa da Vulnerabilidade Ambiental, Mossoró (RN).



Fonte: IBGE, 2010.<sup>4</sup>

<sup>4</sup> Com dados adaptados pelo autor.

A região que envolve os bairros Belo Horizonte, Alagados e Ilha de Santa Luzia, catalogadas como de alta vulnerabilidade ambiental, historicamente sofre com problemas de cheias que invadem as ruas dos bairros deixando famílias desabrigadas, principalmente, as de baixa renda que ocupam as áreas mais próximas ao leito do rio Apodi/Mossoró.

## **5 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Esse artigo procurou mostrar, por meio do uso de técnicas de geoprocessamento, a vulnerabilidade ambiental no âmbito da área urbana do município de Mossoró. Os dados analisados foram oriundos dos Censos Demográficos 2000 e 2010, tendo sido os dados censitários colhidos da base do IBGE.

Os produtos cartográficos, principalmente, o mapa de Vulnerabilidade Ambiental tem aplicabilidade direta na tomada de decisão pelos gestores municipais no que tange a ordenação de políticas públicas e, sobretudo, o cuidado com a ocupação e o uso do solo.

O estudo contribui à formulação de políticas públicas voltadas a tomada de decisões técnicas quanto ao (re)ordenamento do espaço urbano mossoroense, bem como para o planejamento urbano, com o intuito de evitar a ocupação desordenada em áreas com alta e média vulnerabilidade ambiental.

Os dados apresentados no estudo mostram que a maior parte da área urbana e de expansão urbana do município de Mossoró/RN apresenta vulnerabilidade ambiental média, que as áreas com vulnerabilidade ambiental alta estão associadas as localidades com presença de corpos hídricos e que a vulnerabilidade ambiental baixa está posicionada na porção da área urbana onde o saneamento básico se encontra instalado.

É importante observar que o investimento em saneamento básico tem um impacto positivo em relação a diminuição da vulnerabilidade ambiental da área urbana. Isso é bastante evidenciado na área central da cidade que já tinha em 2000 uma rede de saneamento instalada e que nos últimos anos, fato comprovado pelo Censo 2010, teve um acréscimo em sua cobertura, contribuindo, sobremaneira, para manter e ampliar a área de baixa vulnerabilidade ambiental.



## REFERÊNCIAS

ALVES, H. P. F; Vulnerabilidade socioambiental na metrópole paulistana: uma análise sociodemográfica das situações de sobreposição espacial de problemas e riscos sociais e ambientais. **Rev. Bras. Est. Pop.**, São Paulo, v. 23, n. 1, p. 43-59, 2006.

ALVES, H. P. F; TORRES, H. G. Vulnerabilidade socioambiental na cidade de São Paulo: uma análise de famílias e domicílios em situação de pobreza e risco ambiental. **São Paulo em Perspectiva**, v. 20, n. 1, p. 44-60, jan./mar. 2006.

ALVES, C. D; ALVES, H; PEREIRA, M. N; MONTEIRO, A. M. V. Análise dos processos de expansão urbana e das situações de vulnerabilidade socioambiental em escala intra-urbana. In: ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO EM AMBIENTE E SOCIEDADE, 4., 2008, Brasília. **Anais...** Brasília:[s.n.], 2008. p. 1-20.

BECK, U. Sociedade de Risco: **Rumo a uma outra modernidade**. Tradução de Sebastião Nascimento. São Paulo: Ed. 34, 2010.

CARLOS, A. F. A. **O espaço urbano: novos escritos sobre a cidade**. São Paulo: Contexto, 2004. p. 17-19.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Resultados do Universo Agregados por Setor Censitário**. Disponível em: <[http://www.censo2010.ibge.gov.br/resultados\\_do\\_censo2010.php](http://www.censo2010.ibge.gov.br/resultados_do_censo2010.php)>. Acesso em: dez. 2011.

\_\_\_\_\_. **Malha Digital de Setores Censitários**. Disponível em: <[http://www.censo2010.ibge.gov.br/resultados\\_do\\_censo2010.php](http://www.censo2010.ibge.gov.br/resultados_do_censo2010.php)>. Acesso em: dez. 2011.

GUIVANT, J. S. Apresentação do dossiê mapeando os caminhos da sociologia ambiental. **Revista Políticas e Sociedade**, n.07, p. 09-25, out./2006.

INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E MEIO AMBIENTE DO RIO GRANDE DO NORTE (IDEMA). **Perfil do seu Município Mossoró**. Natal: IDEMA, 2004.

\_\_\_\_\_. **Atlas para a promoção do investimento sustentável do Rio Grande do Norte: Zona Homogênea Mossoroense**. Natal: IDEMA, 2005.

JACOBI, P.R. Moradores e meio ambiente na cidade de São Paulo. **Cadernos CEDEC**. São Paulo, n. 43, 1995.

LENZI, C. L. **Sociologia ambiental: risco e sustentabilidade na modernidade**. Bauru, SP: EDUSC, 2006. p. 132-135.

\_\_\_\_\_. Para uma imaginação sociológica da ecologia: uma análise do pensamento de Anthony Giddens. **Ambiente & Sociologia**, vol. 9, n.1, p. 106-155, jan/jun. 2006.

MENDONÇA, F. A; LEITÃO, S. A. M. Risco e vulnerabilidade socioambiental urbana: uma perspectiva a partir dos recursos hídricos. **GeoTextos**, vol. 4, n. 1 e 2, p. 145-163, 2008.

PINHEIRO, Karisa Lorena Carmo Barbosa. **O processo de urbanização da cidade de Mossoró**. Natal: CEFET – RN, 2007. 253p.

SALLES, M. C. T. **Planejamento e gestão ambiental no processo de instalação de condomínios horizontais e loteamentos na cidade de Mossoró/RN**. 2010. 71f. Trabalho de conclusão de curso (Monografia). – Curso de Gestão Ambiental, Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, Areia Branca, 2010. p. 16.

SANTOS, M. **Por uma outra globalização: do pensamento único à consciência universal**. 19ª ed. Rio de Janeiro: Record, 2010. p. 23-53

SPOSITO, Maria Encarnação Beltrão. **Capitalismo e urbanização**. 13. ed. São Paulo: Contexto, 2001. p. 11-50.

TORRES, H. **Desigualdade ambiental em São Paulo**. 1997. 255 f. Tese (Doutorado em Ciências Sociais) – Instituto de Filosofia e Ciências Humanas da Unicamp, Campinas, 1997.

VESENTINI, J. W. **Geografia, natureza e sociedade**. São Paulo: Contexto, 1989. p. 14.

VEYRET, Y (org). **Os Riscos: o homem agressor e vítima do meio ambiente**. São Paulo: Contexto, 2007. p. 23-49.