



Análise de situações de desigualdade e vulnerabilidade socioambiental para o planejamento de estratégias de adaptação às mudanças climáticas na Macrometrópole do Estado de São Paulo, Brasil

Humberto Prates da Fonseca Alves

humbiro@gmail.com

Universidade Federal de São Paulo (Unifesp)

Brasil

GT 14. Medio Ambiente, Sociedad y Desarrollo Sustentable
XXXI Congreso de la Asociación Latinoamericana de Sociología (ALAS)
3 a 8 de diciembre de 2017
Montevideo, Uruguay

Análise de situações de desigualdade e vulnerabilidade socioambiental para o planejamento de estratégias de adaptação às mudanças climáticas na Macrometrópole do Estado de São Paulo, Brasil

RESUMO:

O objetivo geral do presente trabalho é operacionalizar empiricamente o conceito de vulnerabilidade socioambiental, por meio da integração de dados socioeconômicos e demográficos do Censo 2010 do IBGE com dados (cartografias digitais) que representem áreas de risco ambiental, para análise de situações de vulnerabilidade socioambiental nos municípios das principais regiões metropolitanas da Macrometrópole Paulista, o maior e mais complexo sistema urbano brasileiro, abrangendo as regiões metropolitanas de São Paulo, Campinas, Baixada Santista, Sorocaba e Vale do Paraíba/Litoral Norte. Os resultados mostram que as áreas com alta vulnerabilidade socioambiental possuem condições socioeconômicas significativamente piores do que as áreas com baixa e moderada vulnerabilidade socioambiental, com intensa concentração e sobreposição espacial de situações de suscetibilidade/pobreza e de exposição a risco ambiental em determinadas áreas, espalhadas pelos territórios das principais regiões metropolitanas da macrometrópole. Além disso, os resultados mostram que mais de 1,4 milhões de pessoas vivem nessas áreas de alta vulnerabilidade socioambiental na macrometrópole, o que é preocupante, devido aos cenários de aumento de eventos climáticos extremos nos próximos anos e décadas, no contexto das mudanças climáticas. Nesse sentido, o trabalho pretende contribuir com o desenvolvimento de indicadores e metodologias de integração de dados sociodemográficos e ambientais, para análise de situações de desigualdade e vulnerabilidade socioambiental, de maneira a subsidiar políticas públicas para a adaptação e redução das vulnerabilidades às mudanças climáticas, em áreas urbanas e metropolitanas da América Latina.

Palavras chave:

vulnerabilidade socioambiental, mudanças climáticas, adaptação

Analysis of situations of inequality and socioenvironmental vulnerability for the planning of strategies to adapt to climate change in the Macrometropolis of the State of São Paulo, Brazil

ABSTRACT:

The general objective of this work is to empirically operationalize the concept of socioenvironmental vulnerability, through the integration of socioeconomic and demographic data of the 2010 IBGE Census with data (digital cartographies) that represent areas of environmental risk, in order to analyze situations of socio-environmental vulnerability in municipalities of the main metropolitan areas of the “Macrometrópolis Paulista”, the largest and most complex Brazilian urban system, covering the metropolitan areas of São Paulo, Campinas, Baixada Santista, Sorocaba and Vale do Paraíba/North Coast. The results show that areas with high social and environmental vulnerability have significantly worse socioeconomic conditions than areas with low and moderate socioenvironmental vulnerability, with intense concentration and spatial overlapping of situations of susceptibility/poverty and of exposure to environmental risk in certain areas, scattered over the territories of the main metropolitan regions of the macrometropolis. In addition, the results show that more than 1.4 million people live in these areas of high socio-environmental vulnerability in the macrometropolis, which is worrying due to the scenarios of increase of extreme climatic events in the coming years and decades in the context of climate change. In this sense, the work intends to contribute to the development of indicators and methodologies for the integration of socio-demographic and environmental data, to analyze situations of inequality and socio-environmental vulnerability, in order to subsidize public policies for adaptation and reduction of vulnerabilities to climate change, in metropolitan areas of Latin America.

Keywords:

socioenvironmental vulnerability, climate change, adaptation

I. Introdução

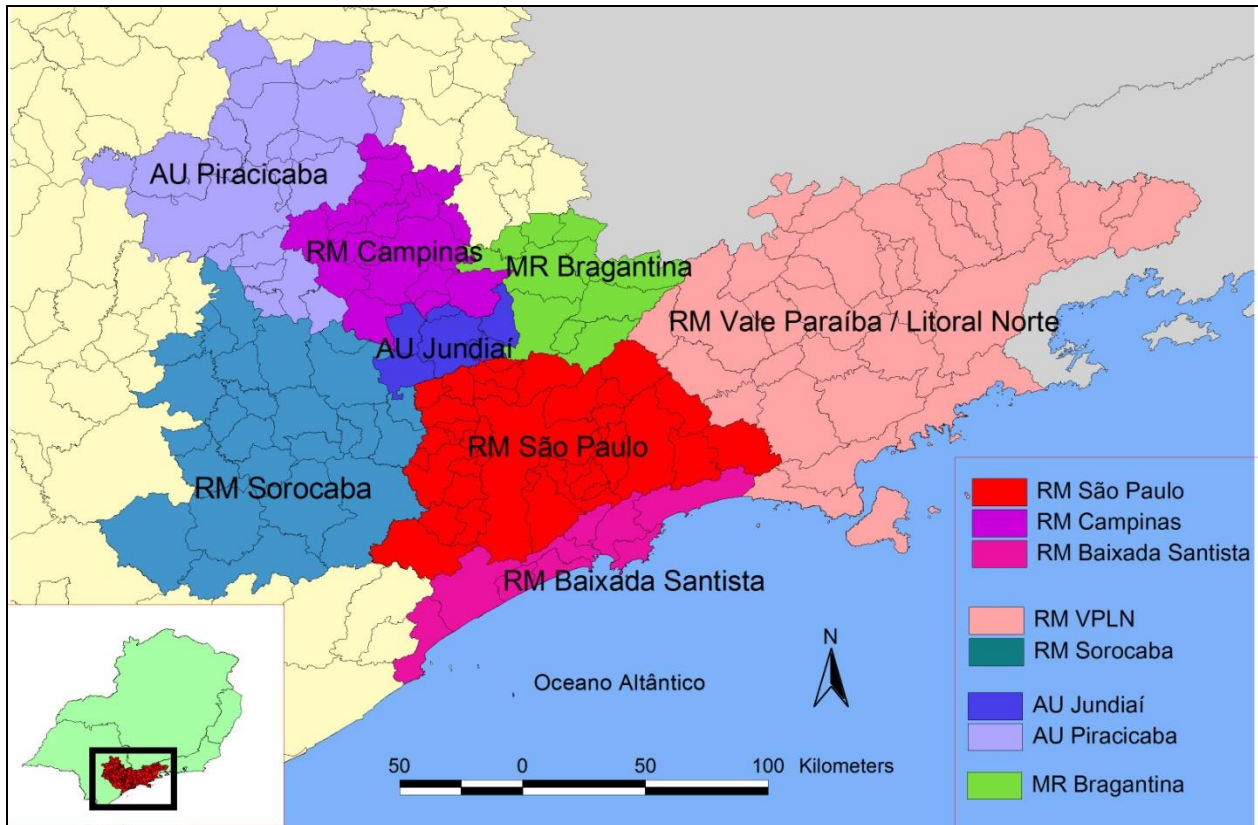
Há hoje uma crescente conscientização de que os impactos das mudanças climáticas sobre as populações humanas serão inevitáveis e potencialmente devastadores. O clima da Terra já foi alterado de tal forma que a mitigação por si só não será suficiente. Por isso, serão cada vez mais necessárias políticas de adaptação, por meio de diagnósticos detalhados das vulnerabilidades locais e nacionais às mudanças climáticas (SCHENSUL; DODMAN, 2013; GIDDENS, 2010).

As áreas urbanas concentram uma proporção grande e crescente das populações mais vulneráveis às mudanças climáticas, tanto nos países do Sul como do Norte. Neste sentido, é importante destacar que a população urbana dos países em desenvolvimento deverá mais do que dobrar até meados deste século, expondo assim enormes contingentes populacionais a situações de risco ambiental e a desastres naturais. A falta de planejamento adequado para eventos climáticos extremos já provocou inúmeras situações de calamidade em muitas cidades, até mesmo no mundo desenvolvido, como ilustra o caso de Nova Orleans após o furacão Katrina. Portanto, neste início de século XXI e nas próximas décadas, com cenários de maior frequência e intensidade de eventos climáticos extremos como tempestades, furacões, enchentes e secas, as situações de vulnerabilidade socioambiental às mudanças climáticas tendem a crescer significativamente nas cidades e áreas metropolitanas, principalmente em países pobres e em desenvolvimento como os da América Latina (MARTINE; OJIMA 2013; IPCC, 2007; HUQ et al., 2007).

Diante desses cenários, colocam-se novos desafios para abordar as questões de vulnerabilidade e adaptação às mudanças climáticas, em escalas territoriais mais amplas do que as regiões metropolitanas. Segundo a Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano (EMPLASA), a Macrometrópole do Estado de São Paulo abrange as regiões metropolitanas de São Paulo, Campinas, Baixada Santista, Sorocaba e Vale do Paraíba/Litoral Norte, e as aglomerações urbanas de Jundiaí e Piracicaba, agregando 173 municípios situados em um raio de 200 quilômetros da capital paulista. Assim, a chamada Macrometrópole Paulista configura-se como o maior e mais complexo sistema urbano brasileiro, concentrando 30,5 milhões de habitantes no ano de 2010, e correspondendo a 74% da população e 83% do PIB do Estado de São Paulo e 27% do PIB brasileiro. Por sua dimensão territorial e diversidade socioeconômica, demográfica e ambiental, a Macrometrópole Paulista envolve uma enorme complexidade de problemas e vulnerabilidades sociais e ambientais, que ten-

dem a aumentar consideravelmente nos próximos anos e décadas, no contexto das mudanças climáticas (EMPLASA, 2012; 2015; NOBRE; YOUNG, 2011) (**Figura 1**).

Figura1: Mapa dos municípios, aglomerações urbanas e regiões metropolitanas que compõem a Macrometrópole Paulista



Fontes: IBGE, 2010, Malha digital de municípios do Estado de São Paulo. EMLASA, 2012.

Tendo em vista os elementos acima, o objetivo geral do presente trabalho é operacionalizar empiricamente o conceito de *vulnerabilidade socioambiental*, utilizando uma definição que considera que a vulnerabilidade possui dois lados (ou duas dimensões): 1) exposição ao risco ambiental e 2) suscetibilidade a este risco (ALVES, 2006; DE SHERBININ et al., 2007). Para isso, será construído e analisado um *índice de vulnerabilidade socioambiental*, combinando as duas dimensões da vulnerabilidade – suscetibilidade e exposição ao risco ambiental –, por meio da integração de dados socioeconômicos e demográficos do Censo 2010 do IBGE com dados (cartografias digitais) que representem áreas de risco ambiental, para identificação e análise espacial de situações de vulnerabilidade socioambiental em escala intraurbana nos municípios das principais regiões metropolitanas

que fazem parte da chamada Macrometrópole Paulista. Assim, no presente trabalho, serão analisados somente os 67 municípios das três principais regiões metropolitanas da macrometrópole – São Paulo, Baixada Santista, Campinas –, e que correspondem a 79% da população e 82% do PIB da Macrometrópole Paulista (EMPLASA, 2012)¹.

II. Marco teórico e conceitual

Entre as consequências da aceleração do processo de urbanização no Brasil, a partir da segunda metade do século XX, pode-se destacar: a formação de regiões metropolitanas, a verticalização e adensamento das áreas já urbanizadas, e a expansão urbana para áreas periféricas (REIS; TANAKA, 2007)².

Esses grandes processos de expansão urbana e periferação por que têm passado as áreas metropolitanas do Brasil têm explicitado um crescente entrelaçamento e sobreposição entre problemas sociais e ambientais. Assim, o grande número de situações de sobreposição de péssimas condições sociais e sanitárias a riscos e conflitos ambientais torna necessárias abordagens que contemplem as relações e interações entre as dimensões sociais e ambientais da urbanização. Nesse sentido, um conceito que pode ser utilizado para analisar estas questões é o de *vulnerabilidade socioambiental*, que pode ser definido como a coexistência, cumulatividade ou sobreposição espacial de situações de suscetibilidade, pobreza e privação social e de situações de exposição a risco e/ou degradação ambiental (TORRES et al., 2007; ALVES et al., 2010; ALVES; TORRES, 2006; ALVES, 2006)³.

¹ No contexto de uma agenda de pesquisa sobre as dimensões humanas das mudanças ambientais globais, no meio acadêmico e científico latino americano, é importante que haja esforços para o desenvolvimento de metodologias e indicadores para a caracterização e análise de situações de desigualdade e vulnerabilidade socioambiental, de maneira a subsidiar políticas públicas para a adaptação e redução das vulnerabilidades às mudanças climáticas, em áreas urbanas e metropolitanas da América Latina. Neste sentido, o presente trabalho pretende contribuir com este esforço.

² Estudos sobre a questão urbana no Brasil mostram que esta expansão urbana para áreas periféricas está ligada à procura por habitação em áreas com baixo preço da terra, o que provoca um aumento das ocupações precárias como favelas e loteamentos irregulares, em áreas sem infraestrutura urbana e expostas a risco e degradação ambiental. Deste modo, esta dinâmica de urbanização nas regiões periféricas, por meio da ocupação ilegal e predatória de terra urbana, faz com que grande parte das áreas urbanas de risco e proteção ambiental, tais como margens de cursos d'água e altas declividades, esteja ameaçada por ocupações precárias de uso habitacional de baixa renda, por absoluta falta de alternativas habitacionais, seja via mercado privado, seja via políticas públicas sociais (BONDUKI; ROLNIK, 1982; MARICATO, 1996; 2003).

³ Estudos sobre vulnerabilidade social na América Latina e no Brasil têm sido produzidos com muita frequência por grupos acadêmicos e entidades governamentais nas últimas décadas. O conceito de vulnerabilidade social tem procurado aperfeiçoar os enfoques tradicionais sobre pobreza e seus métodos de mensuração, baseados exclusivamente no nível de renda monetária e em medidas fixas, como a linha de pobreza (KAZTMAN et al., 1999; ROCHA, 2003). Já os estu-

A noção de vulnerabilidade também tem se tornado, nos últimos anos, um foco central para as comunidades científicas de mudanças climáticas e mudanças ambientais globais, e uma categoria analítica importante para instituições internacionais, como algumas agências das Nações Unidas (PNUD, PNUMA, FAO⁴) e o Banco Mundial. É importante destacar que o conceito de vulnerabilidade não trata simplesmente da *exposição* aos riscos e desastres ambientais, mas também da capacidade das pessoas de lidar com estes riscos e de se adaptar às novas circunstâncias. Nisto reside a importância e a inseparabilidade das dimensões social e ambiental da vulnerabilidade (KASPERSON; KASPERSON, 2001; IPCC, 2007).

Com relação às mudanças climáticas, a definição de vulnerabilidade mais utilizada é a do IPCC. Segundo o relatório do IPCC de 2007, vulnerabilidade é a susceptibilidade e incapacidade de um sistema de lidar com os efeitos adversos da mudança climática. Portanto, com base na definição do IPCC, considera-se que a vulnerabilidade tem três componentes (ou dimensões): grau de exposição ao risco, susceptibilidade ao risco e capacidade de adaptação (ou resiliência) diante da materialização do risco. Nesta perspectiva, as pessoas ou grupos sociais mais vulneráveis seriam aqueles mais expostos a situações de risco ou stress, mais sensíveis a estas situações e com menor capacidade de se recuperar (IPCC, 2007; DE SHERBININ et al., 2007).

Portanto, tendo em vista esta breve revisão da literatura, é importante que haja um esforço para o desenvolvimento de indicadores, metodologias e análises que permitam identificar, caracterizar e mensurar os diferentes graus de vulnerabilidade às mudanças climáticas na Macrometrópole Paulista, assim como nas demais áreas urbanas e metropolitanas do Brasil e da América Latina, através da identificação e caracterização das áreas de maior risco a desastres naturais e dos grupos populacionais mais vulneráveis, complementando a informação qualitativa dos órgãos de defesa civil, de maneira a subsidiar políticas de adaptação às mudanças climáticas (BRAGA et al., 2006; CARMO; VALENCIO, 2014).

dos sobre desastres naturais (natural hazards) e avaliação de risco (risk assessment) deram origem à noção de vulnerabilidade ambiental. Alguns desses estudos descrevem a vulnerabilidade como a interação entre o risco existente em um determinado lugar (hazard of place) e as características e o grau de exposição da população lá residente (CUTTER, 1994; 1996).

⁴ PNUD (Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento); PNUMA (Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente); FAO (Food and Agriculture Organization).

III. Metodologia

A operacionalização empírica do conceito de vulnerabilidade socioambiental é realizada por meio da construção e análise de indicadores socioambientais em escala intraurbana (setores censitários), com integração de dados sociodemográficos do Censo Demográfico de 2010 do IBGE e de dados ambientais que representem áreas de risco ambiental. Esta metodologia foi desenvolvida originalmente em Alves (2013) e combina as duas referidas dimensões da vulnerabilidade – suscetibilidade e exposição ao risco ambiental –, gerando um ‘índice de vulnerabilidade socioambiental’.

A seguir, descrevem-se os principais procedimentos metodológicos, utilizados para operacionalizar empiricamente o conceito de vulnerabilidade socioambiental. Primeiramente, a dimensão ‘*exposição ao risco ambiental*’ foi operacionalizada por meio de um indicador que representa a porcentagem do território sobreposta a áreas de risco ambiental, tendo o setor censitário como unidade de análise. Considera-se como de risco ambiental as áreas às margens de até 50 metros de cursos d’água, sujeitas a enchentes e/ou doenças de veiculação hídrica, e as áreas com declividade superior a 30 graus, consideradas muito suscetíveis a processos de instabilização e a deslizamentos (ALVES, 2006; LOPES et al., 2007)^{5 6 7}.

⁵ Para os municípios das regiões metropolitanas de São Paulo e Campinas, só foram analisadas como áreas de risco ambiental as margens de até 50 metros de cursos d’água. Esta limitação decorre da falta de disponibilidade de cartografias das áreas com altas declividades (que possuem risco de deslizamento) em escalas espaciais detalhadas (acima de 1:25.000), para os municípios das regiões metropolitanas de São Paulo e Campinas, exceto a capital. Esta lacuna impediu a integração entre os dados censitários em escala intraurbana (setores censitários) e os dados disponíveis das áreas de risco de deslizamento. Já no caso das áreas de risco de enchentes e doenças de veiculação hídrica, tal integração foi possível porque a cartografia digital da rede hidrográfica do Estado de São Paulo possui uma escala espacial bastante detalhada (1:10.000). Já para a Região Metropolitana da Baixada Santista, que é uma região montanhosa de domínio da Serra do Mar, estão disponíveis cartografias das áreas com altas declividades em escalas espaciais detalhadas. Assim, para os municípios da Baixada Santista, além das áreas às margens de até 50 metros de cursos d’água, também foram consideradas como de risco ambiental as áreas com declividade superior a 30 graus.

⁶ A cartografia da rede hidrográfica do Estado de São Paulo foi obtida junto ao DAEE – Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo. Já a cartografia das áreas com altas declividades foi obtida junto à AGEM - Agência Metropolitana da Baixada Santista.

⁷ Para construir o indicador de exposição ao risco ambiental, fez-se a sobreposição espacial das cartografias digitais das áreas de risco ambiental à malha digital dos setores censitários do Censo 2010 do IBGE dos 67 municípios das três principais regiões metropolitanas da Macrometrópole Paulista, através de um Sistema de Informação Geográfica, em projeção UTM e Datum WGS84. Em seguida, calcularam-se o tamanho e a porcentagem da área de cada setor sobreposta às áreas de risco ambiental, resultando numa variável quantitativa contínua que mede a porcentagem do território do setor censitário composto de áreas de risco ambiental. Por fim, converteu-se esta variável contínua numa variável categórica ordinal com duas categorias (grupos), usando o seguinte critério: 1) **alta** exposição ao risco ambiental, para setores com **mais** de 50% do seu território composto de áreas de risco ambiental; e 2) **baixa** exposição ao risco ambiental, para setores com **menos** de 50% do seu território composto de áreas de risco ambiental.

Já para operacionalizar a outra dimensão da vulnerabilidade – ‘*suscetibilidade ao risco*’ –, utilizou-se um indicador de renda domiciliar per capita, obtido nos resultados do Universo do Censo 2010, e convertido numa variável categórica ordinal com duas categorias, de maneira a classificar os setores censitários em dois grupos: 1) **alta** pobreza/suscetibilidade, para setores com renda domiciliar média per capita **abaixo** de 1 salário mínimo; e 2) **baixa** pobreza/suscetibilidade, para setores com renda domiciliar média per capita **acima** de 1 salário mínimo^{8 9} (ALVES, 2013).

Fazendo uma combinação entre as duas dimensões – suscetibilidade/pobreza e exposição ao risco ambiental –, foi gerado o ‘índice de vulnerabilidade socioambiental’, que é uma variável categórica ordinal com quatro categorias/grupos, descritos no **Quadro 1**.

Quadro 1: Construção do índice de vulnerabilidade socioambiental, por meio da combinação das dimensões suscetibilidade/pobreza e exposição ao risco ambiental

Dimensões		Índice de Vulnerabilidade Socioambiental
Exposição ao risco ambiental	Susceptibilidade/Pobreza	
ALTA exposição <u>Acima</u> de 50% de áreas de risco ambiental	ALTA pobreza/susceptibilidade: renda domiciliar per capita <u>abaixo</u> de 1 salário mínimo	ALTA (Grupo 4)
BAIXA exposição <u>Abaixo</u> de 50% de áreas de risco ambiental	ALTA pobreza/susceptibilidade: renda domiciliar per capita <u>abaixo</u> de 1 salário mínimo	MODERADA (com alta pobreza) (Grupo 3)
ALTA exposição <u>Acima</u> de 50% de áreas de risco ambiental	BAIXA pobreza/susceptibilidade: renda domiciliar per capita <u>acima</u> de 1 salário mínimo	MODERADA (com alto risco) (Grupo 2)
BAIXA exposição <u>Abaixo</u> de 50% de áreas de risco ambiental	BAIXA pobreza/susceptibilidade: renda domiciliar per capita <u>acima</u> de 1 salário mínimo	BAIXA (Grupo 1)

Fontes: IBGE, Resultados do Universo do Censo 2010. DAEE e AGEM, Cartografias de áreas de risco ambiental (margens de até 50 metros de cursos d’água e áreas com declividade superior a 30 graus).

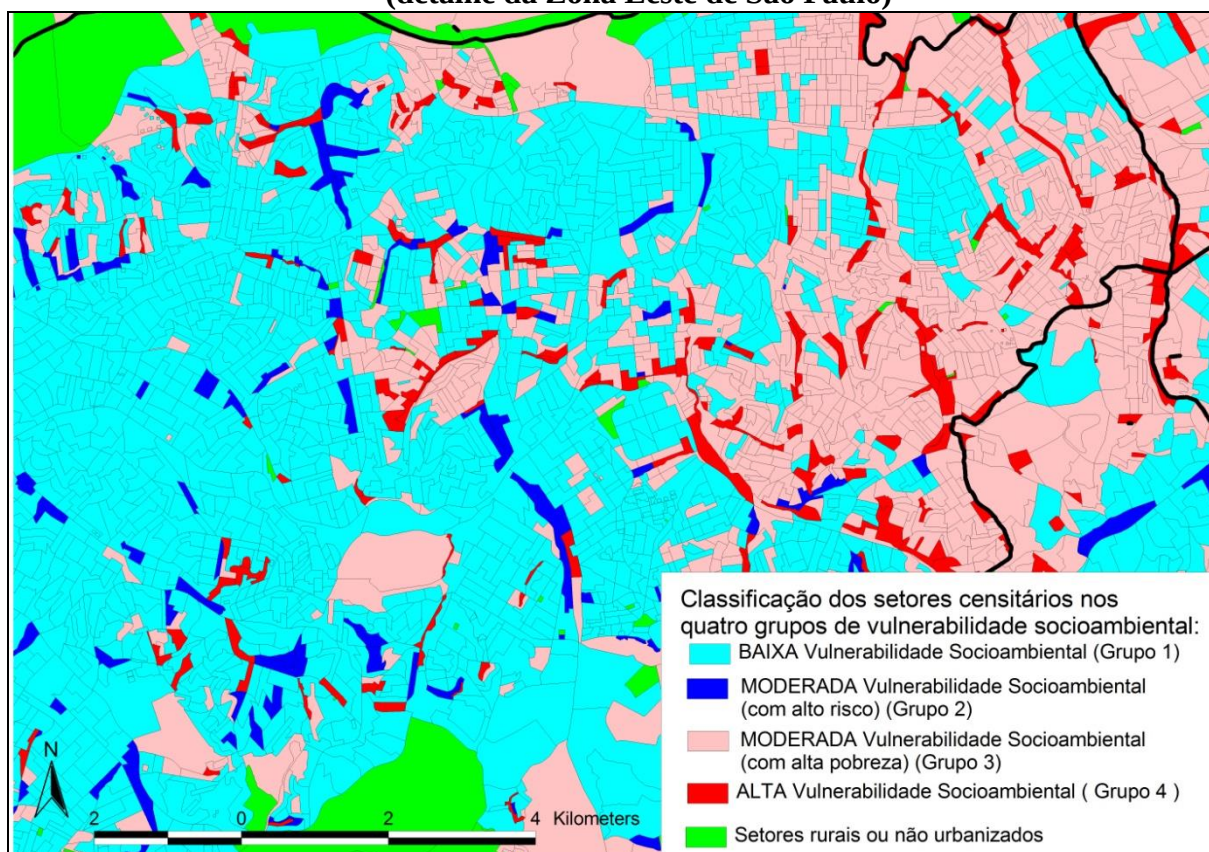
⁸ Em 2010, o valor do salário mínimo era de 510 reais.

⁹ Vamos utilizar a noção de pobreza como *proxy* de suscetibilidade, usando a renda domiciliar média per capita do setor censitário como indicador. Ainda que o uso da renda para medir suscetibilidade, pobreza ou vulnerabilidade social possua uma série de limitações conceituais e analíticas, ela ainda é o indicador mais utilizado. Neste trabalho, o uso da renda per capita como *proxy* de suscetibilidade/pobreza também se deve a restrições metodológicas, devido à renda ser praticamente a única variável socioeconômica disponível nos resultados do Universo do Censo 2010, já que estamos utilizando o setor censitário como unidade de análise.

IV. Análise dos resultados e discussão

Como foi dito, o presente trabalho desenvolve uma operacionalização empírica do conceito de *vulnerabilidade socioambiental*, por meio de um índice que combina as suas duas referidas dimensões – suscetibilidade/pobreza e exposição ao risco ambiental –, gerando quatro grupos, descritos no **Quadro 1** acima e representados na **Figura 2** abaixo.

Figura 2: Mapa com a classificação dos setores censitários dos municípios da Macrometrópole Paulista nos quatro grupos de vulnerabilidade socioambiental (detalhe da Zona Leste de São Paulo)¹⁰



Fontes: IBGE, Malha digital dos setores censitários do Censo 2010. DAEE e AGEM, Cartografias de áreas de risco ambiental (margens de até 50 metros de cursos d'água e áreas com declividade superior a 30 graus).

Fazendo a classificação dos setores censitários nos quatro grupos de vulnerabilidade socioambiental, obtêm-se os seguintes volumes populacionais apresentados a seguir. Nas áreas (setores censitários) com **baixa** vulnerabilidade socioambiental (**Grupo 1**) residem 13,7 milhões de

¹⁰ Para possibilitar a visualização da classificação dos setores censitários nos quatro grupos de vulnerabilidade socioambiental, foi aplicado um “zoom” em um trecho da Zona Leste do município de São Paulo.

peças, que correspondem a 61% da população do conjunto de 67 municípios das três principais regiões metropolitanas da Macrometrópole Paulista no ano 2010. Já nas áreas de **moderada** vulnerabilidade socioambiental [**com alto risco**] (**Grupo 2**) vivem 732 mil pessoas (apenas 3,3% da população da Macrometrópole). Nas áreas de **moderada** vulnerabilidade socioambiental [**com alta pobreza**] (**Grupo 3**) residem 6,5 milhões de pessoas (28,9% da população da Macrometrópole). Por fim, nas áreas de **alta** vulnerabilidade socioambiental (**Grupo 4**) vivem 1,4 milhões de pessoas, que correspondem a 6,3% da população do conjunto de 67 municípios das três principais regiões metropolitanas da Macrometrópole Paulista¹¹ (**ver Tabela 1**)¹².

Para identificar e caracterizar as diferentes combinações de situações de pobreza/suscetibilidade e de situações de exposição a risco ambiental, é feita a seguir uma análise comparativa entre os quatro grupos de vulnerabilidade socioambiental em relação aos indicadores socioeconômicos e demográficos dos resultados do Universo do Censo Demográfico de 2010 do IBGE (**Tabela 1**).

Comparando-se as condições de saneamento básico dos quatro grupos, pode-se observar que a coleta de lixo e o abastecimento de água estão quase universalizados na Macrometrópole Paulista, com os quatro grupos apresentando percentuais próximos de 100% dos seus domicílios com lixo coletado e com acesso à rede geral de água. Já no caso da cobertura de esgoto, as diferenças entre os quatro grupos são consideráveis, e mostram uma forte relação com o grau de vulnerabilidade socioambiental de cada grupo. Assim, enquanto nas áreas com baixa vulnerabilidade socioambiental 94,8% dos domicílios estão ligados à rede geral de esgoto, no grupo de alta vulnerabilidade socioambiental este percentual é de apenas 60%, o que revela uma expressiva ausência de cobertura da rede de esgoto para nada menos que 40% dos moradores deste grupo¹³ (**Tabela 1**).

¹¹ Para facilitar a descrição dos dados e a leitura do trabalho, a partir deste ponto, no restante do texto, quando for feita referência à Macrometrópole Paulista, estaremos nos referindo ao conjunto das três principais regiões metropolitanas da Macrometrópole, conforme justificado na página 6 do trabalho.

¹² Estes números revelam que 61% da população da Macrometrópole Paulista residem em áreas com baixa pobreza e baixa exposição ao risco ambiental (Grupo 1), e 29% da população vivem em áreas com alta pobreza e baixa exposição ao risco ambiental (Grupo 3). Apenas cerca de 10% da população residem em áreas de risco ambiental, seja em áreas com baixa pobreza e alto risco (Grupo 2) ou em áreas com alta pobreza e alto risco (Grupo 4). Ainda que estes números não sejam tão expressivos em termos relativos, em valores absolutos eles representam mais de 2,1 milhões de pessoas residindo em áreas de risco ambiental, sendo que 1,4 milhões de pessoas vivem em situação de alta vulnerabilidade socioambiental (Grupo 4).

¹³ No Grupo 3 (baixo risco ambiental e alta pobreza), a porcentagem de moradores em domicílios ligados à rede geral de esgoto também é relativamente baixa (78%), mas é bem maior do que o grupo de alta vulnerabilidade socioambiental, o que mostra que se a ausência de esgotamento sanitário está relacionada à pobreza, ela também está muito associada à residência em áreas com exposição ao risco ambiental. Já o Grupo 2 (alto risco ambiental e baixa pobreza) possui

Tabela 1: Indicadores socioeconômicos e demográficos por categoria de vulnerabilidade socioambiental. Conjunto de 67 municípios das três principais regiões metropolitanas da Macrometrópole Paulista, 2010

Indicadores socioeconômicos e demográficos	ALTA Vulnerabilidade Socioambiental (Grupo 4)	MODERADA (com alta pobreza) Vulnerabilidade Socioambiental (Grupo 3)	MODERADA (com alto risco) Vulnerabilidade Socioambiental (Grupo 2)	BAIXA Vulnerabilidade Socioambiental (Grupo 1)
População residente	1.405.837	6.486.682	731.661	13.697.688
Número de domicílios	390.682	1.844.600	236.081	4.540.553
Distribuição da população residente (%)	6,25	28,85	3,25	60,92
Distribuição do total de domicílios (%)	5,52	26,06	3,34	64,14
Domicílios com coleta de lixo (%)	99,12	99,31	99,86	99,92
Domicílios com rede geral de água (%)	96,94	96,83	99,67	99,24
Domicílios c/ rede geral de esgoto (%)	59,98	77,99	90,08	94,77
Domicílios sem iluminação pública (%)*	9,29	5,18	1,11	0,77
Domicílios em rua s/ pavimentação (%)*	11,38	9,20	1,48	1,10
Domicílios em rua sem arborização (%)*	44,74	34,64	20,27	16,09
Domicílios c/ esgoto a céu aberto (%)*	13,69	7,02	4,19	1,69
Domicílios c/ lixo nos logradouros (%)*	11,07	6,36	4,65	2,49
Pessoas de cor branca (%)	40,63	44,21	62,81	69,26
Pessoas de cor preta ou parda (%)	58,49	54,28	35,76	28,29
Pessoas até 4 anos de idade (%)	8,51	8,06	6,31	5,63
Pessoas até 10 anos de idade (%)	20,09	18,96	14,35	12,85
Pessoas até 17 anos de idade (%)	34,80	32,94	24,75	22,27
Domicílios com renda per capita de até ¼ salário mínimo (%)	8,22	6,57	1,88	1,36
Domicílios com renda per capita de até ½ salário mínimo (%)	30,65	26,61	9,84	7,67
Renda per capita média (reais)	363	400	1.085	1.288
Renda per capita média (sal. min.)	0,71	0,78	2,13	2,53
População em aglomerados subnormais	883.068	1.622.980	25.415	65.247
População aglomerados subnormais (%)	62,81	25,02	3,47	0,48

* Não considera os domicílios em aglomerados subnormais.

Fontes: IBGE, Resultados do Universo do Censo 2010 e Malha digital dos setores censitários do Censo 2010. DAEE e AGEM, Cartografias de áreas de risco ambiental (margens de até 50 metros de cursos d'água e as áreas com declividade superior a 30 graus).

90,1% dos seus moradores em domicílios ligados à rede geral de esgoto, percentual significativamente abaixo das áreas de baixa vulnerabilidade socioambiental, o que reforça a associação entre áreas de risco ambiental e falta de rede de esgotamento sanitário.

Se forem analisadas as características de entorno dos domicílios, também se observam importantes diferenças entre os quatro grupos, particularmente do grupo de alta vulnerabilidade socioambiental em relação aos demais. Como mostra a Tabela 1, nas cinco variáveis referentes ao entorno dos domicílios (falta de iluminação pública, ruas sem pavimentação, ruas sem arborização, esgoto a céu aberto e lixo nos logradouros), o Grupo 4 apresenta percentuais significativamente piores do que os outros grupos, com destaque para ruas sem iluminação pública (9,3% dos domicílios), esgoto a céu aberto (13,7% dos domicílios) e presença de lixo nos logradouros (11,1% dos domicílios)¹⁴.

No que concerne à cor da pele, a proporção pessoas de cor preta ou parda é significativamente mais alta nos dois grupos de alta pobreza (Grupos 3 e 4), chegando a quase 60% no conjunto de setores censitários com alta vulnerabilidade socioambiental. No grupo de baixa vulnerabilidade socioambiental, esta proporção é inferior a 30% (**Tabela 1**).

Com relação à estrutura etária da população, as diferenças entre os quatro grupos também são significativas, com as áreas de alta vulnerabilidade socioambiental apresentando maior concentração de crianças e jovens. Nessas áreas de alta vulnerabilidade socioambiental, as pessoas de até 17 anos de idade representam expressivos 34,8% da população, enquanto nas áreas de baixa vulnerabilidade socioambiental esta proporção é bem menor (22,3%)¹⁵. Além disso, nas áreas de alta vulnerabilidade socioambiental, as crianças com até quatro anos de idade representam 8,5% da população, enquanto nas de baixa vulnerabilidade socioambiental elas correspondem a apenas 5,6%. Como se sabe, as crianças nesta faixa etária são as mais vulneráveis às doenças de veiculação hídrica, o que reforça a situação de vulnerabilidade socioambiental do Grupo 4, que abrange justamente as áreas de risco às margens dos cursos d'água (**Tabela 1**).

Com relação aos indicadores de renda, as diferenças também são bastante expressivas entre os quatro grupos de vulnerabilidade socioambiental. O percentual de domicílios com renda per capita abaixo da linha da pobreza (abaixo de um quarto salário mínimo, inclusive os sem renda)¹⁶

¹⁴ Estas variáveis do Universo do Censo 2010, referentes ao entorno dos domicílios, são muito interessantes para caracterizar as condições socioambientais dos domicílios e dos setores censitários. Porém, é importante destacar que estas variáveis sobre o entorno dos domicílios não são medidas para os aglomerados subnormais. Como a maioria dos domicílios do Grupo 4 está em aglomerados subnormais, as características de entorno dos domicílios desse grupo certamente são muito mais degradadas do que esses números parciais revelam.

¹⁵ Nos grupos intermediários, os percentuais de pessoas até 17 anos são de 32,9% nas áreas de baixo risco ambiental e alta pobreza (Grupo 3) e 24,8% naquelas de alto risco ambiental e baixa pobreza (grupo 2).

¹⁶ Esta linha de pobreza tem sido comumente adotada como referência no Brasil. Ver Rocha (2003).

nas áreas de alta vulnerabilidade socioambiental (8,2%) é significativamente maior do que naquelas áreas que também compartilham a dimensão pobreza, mas não estão expostas ao risco ambiental (que são as áreas do Grupo 3, com 6,6%). Já nas áreas de baixa pobreza (Grupos 1 e 2), as porcentagens de domicílios com renda per capita abaixo da linha da pobreza são muito menores, com 1,4% nas áreas do Grupo 1 (baixo risco ambiental) e 1,9% nas do Grupo 2 (alto risco ambiental)¹⁷.

Os resultados também revelam uma significativa variação da renda domiciliar média per capita entre os grupos de vulnerabilidade socioambiental. Enquanto nas áreas de baixa vulnerabilidade socioambiental, a renda domiciliar per capita média chega a 1.288 reais (2,5 salários mínimos em 2010), nas áreas de alta vulnerabilidade socioambiental a renda domiciliar média per capita é de apenas 363 reais (0,7 salários mínimos)¹⁸ (**Tabela 1**).

A concentração de população residente em aglomerados subnormais (áreas de favela segundo definição do IBGE) é uma variável que expressa muito bem a associação entre pobreza e falta de infraestrutura urbana, e que também possui uma forte vinculação com exposição ao risco ambiental (TASCHNER, 2000). Nas áreas de alta vulnerabilidade socioambiental, nada menos do que 62,8% da população vive em favelas, o que revela que a maioria dos setores censitários classificados neste Grupo 4 (com alta exposição ao risco e alta pobreza) compõem aglomerados subnormais. Já nas áreas que também partilham da dimensão pobreza, mas que não estão expostas ao risco ambiental (classificadas no Grupo 3), o percentual de população residente em aglomerados subnormais é bem mais baixo (25%)^{19 20}(**Tabela 1**).

¹⁷ Tomando-se como referência o percentual de domicílios com renda per capita abaixo de *meio salário mínimo*, as diferenças entre os quatro grupos são ainda maiores, com 30,7% dos domicílios abaixo deste patamar nas áreas de alta vulnerabilidade socioambiental, contrastando com apenas 7,7% nas áreas de baixa vulnerabilidade socioambiental, o que mais uma vez revela a forte sobreposição de exposição ao risco ambiental e pobreza nos setores do Grupo 4. Nos grupos intermediários, os percentuais de domicílios com renda per capita abaixo de $\frac{1}{2}$ salário mínimo) são de 9,9% nas áreas do Grupo 2 (alto risco ambiental e baixa pobreza) e 26,6% nas áreas do Grupo 3 (baixo risco ambiental e alta pobreza).

¹⁸ Nos grupos intermediários, a renda domiciliar per capita média é de 1.085 reais (2,1 salários mínimos) nas áreas do Grupo 2 (alto risco ambiental e baixa pobreza) e de 400 reais (0,8 salários mínimos) nas áreas do Grupo 3 (baixo risco ambiental e alta pobreza).

¹⁹ Esta grande diferença na porcentagem de população favelada entre os dois grupos de alta pobreza (grupos 3 e 4) mostra que a presença de favelas não está associada apenas à pobreza, mas sim à coincidência espacial entre pobreza e exposição ao risco ambiental, o que revela a fortíssima concentração e sobreposição de problemas e riscos sociais e ambientais em determinadas áreas, como os setores censitários classificados como de alta vulnerabilidade socioambiental.

²⁰ Com relação às áreas de baixa pobreza (Grupos 1 e 2), observam-se proporções muito baixas de população residente em aglomerados subnormais, com meros 0,5% nas áreas do Grupo 1 (baixo risco ambiental) e 3,5% nas áreas do Grupo 3 (alto risco ambiental).

Em síntese, os resultados mostram que as áreas (setores censitários) com alta vulnerabilidade socioambiental na Macrometrópole Paulista possuem condições socioeconômicas significativamente piores, além de maior concentração de crianças e jovens, do que aquelas com baixa vulnerabilidade socioambiental, e mesmo em relação às situações intermediárias de moderada vulnerabilidade socioambiental (grupos 2 e 3). Entre as variáveis que mais diferenciam as áreas de alta vulnerabilidade socioambiental em relação aos outros três grupos, destacam-se a cobertura de esgoto, as características de entorno dos domicílios e principalmente a população residente em aglomerados subnormais²¹.

V. Conclusões

Por meio da construção de um *índice vulnerabilidade socioambiental*, procurou-se operacionalizar empiricamente o conceito de vulnerabilidade socioambiental, fazendo a integração de dados do Censo 2010 do IBGE e de dados de áreas de risco ambiental, para análise de situações de vulnerabilidade socioambiental em escala intraurbana no conjunto de 67 municípios que constituem as três principais regiões metropolitanas da Macrometrópole Paulista.

A análise dos dados comprova que a associação entre pobreza e exposição ao risco ambiental gera situações de alta vulnerabilidade socioambiental, com forte concentração e sobreposição espacial de situações de suscetibilidade/pobreza e de situações de exposição a risco ambiental em determinadas áreas, espalhadas pelos territórios das principais regiões metropolitanas da Macrometrópole Paulista. Além disso, os resultados mostram que mais de 1,4 milhões de pessoas vivem nessas áreas de alta vulnerabilidade socioambiental (com alta pobreza e alta exposição ao risco ambiental), o que são resultados bastante expressivos e preocupantes, tendo em vista os cenários de aumento da intensidade e frequência de eventos climáticos extremos e dos riscos ambientais associados, nos próximos anos e décadas, no contexto das mudanças climáticas.

²¹ Deste modo, os resultados mostram que a exposição ao risco ambiental possui uma grande associação com a pobreza, gerando situações de alta vulnerabilidade socioambiental. Uma das principais explicações para isso é a forte presença de aglomerados subnormais (favelas) nas áreas de risco ambiental, que geralmente correspondem a áreas não edificantes, isto é, consideradas impróprias, pelas legislações urbanística e ambiental, para ocupação urbana, seja porque oferecem risco ambiental, seja porque são áreas de preservação permanente. Neste caso, na maioria das vezes, são áreas (públicas ou privadas) invadidas, em geral por assentamentos precários, que se configuram como áreas de favela. Outra possível explicação para esta elevada concentração de problemas e riscos sociais e ambientais, nas áreas de alta vulnerabilidade socioambiental, está ligada ao fato de que estas, muitas vezes, são as únicas localidades acessíveis à população de mais baixa renda, pois são muito desvalorizadas no mercado de terras por serem pouco propícias à ocupação, devido às características de risco e falta de infraestrutura urbana (ALVES, 2006; 2013).

Assim, por meio da utilização de metodologias de geoprocessamento e análise espacial, a construção de indicadores socioambientais possibilitou a identificação e caracterização (em termos quantitativos e espaciais) de situações de vulnerabilidade socioambiental nos 67 municípios que constituem as três principais regiões metropolitanas da Macrometrópole Paulista. Com isso, o presente trabalho traz uma importante contribuição metodológica, ao realizar a integração de fontes censitárias de dados sociodemográficos com cartografias ambientais (áreas de risco), para análise da vulnerabilidade socioambiental em escala intraurbana. Cabe ressaltar que estas metodologias e indicadores podem ser replicados para outras áreas urbanas e metropolitanas do Brasil, uma vez que utilizam a malha digital de setores censitários do Censo 2010 do IBGE (ALVES, 2013; 2009).

Deste modo, o presente trabalho pretende contribuir com o desenvolvimento de indicadores e metodologias de integração de dados sociodemográficos e ambientais para análise de situações de desigualdade e vulnerabilidade socioambiental às mudanças climáticas nas áreas urbanas e metropolitanas da América Latina, no contexto de uma agenda de pesquisa sobre as dimensões humanas das mudanças ambientais globais, no meio acadêmico e científico latino americano. Além disso, os resultados do trabalho podem fornecer subsídios para o planejamento de políticas públicas de adaptação e redução das situações de vulnerabilidade socioambiental nos municípios das regiões metropolitanas da Macrometrópole Paulista, no contexto das mudanças climáticas.

VI. Bibliografia

AGEM – Agência Metropolitana da Baixada Santista. **Padrões socioespaciais da Região Metropolitana da Baixada Santista**. São Paulo: Governo do Estado de São Paulo, 2005.

ALVES, H. P. F. Análise da vulnerabilidade socioambiental em Cubatão – SP por meio da integração de dados sociodemográficos e ambientais em escala intraurbana. **Revista Brasileira de Estudos de População**, v. 30, n. 2, p. 349-366, jul./dez. 2013.

_____. Metodologias de integração de dados sociodemográficos e ambientais para análise da vulnerabilidade socioambiental em áreas urbanas no contexto das mudanças climáticas. In: HOGAN, D.; MARANDOLA JR., E. (Orgs.). **População e mudança climática: dimensões humanas das mudanças ambientais globais**. Campinas: Núcleo de Estudos de População – Nepo/Unicamp; Brasília: UNFPA, 2009, p. 75-105.

_____. Vulnerabilidade socioambiental na metrópole paulistana: uma análise sociodemográfica das situações de sobreposição espacial de problemas e riscos sociais e ambientais. **Revista Brasileira de Estudos de População**, v. 23, n. 1, p. 43-59, jan./jun. 2006.

ALVES, H. P. F.; ALVES, C. D.; PEREIRA, M. N.; MONTEIRO, A. M. V. Dinâmicas de urbanização na hiperperiferia da metrópole de São Paulo: análise dos processos de expansão urbana e das situações de vulnerabilidade socioambiental em escala intraurbana. **Revista Brasileira de Estudos de População**, v. 27, p. 141-159, jan./jun. 2010.

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.

BONDUKI, N.; ROLNIK, R. Periferia da Grande São Paulo: reprodução do espaço como expediente de reprodução da força de trabalho. In: MARICATO, E. (Org.). **A produção capitalista da casa (e da cidade) do Brasil industrial**. São Paulo: Alfa-Ômega, 1982.

BRAGA, T.M.; OLIVEIRA, E.L.; GIVISIEZ, G.H.N. Avaliação de metodologias de mensuração de risco e vulnerabilidade social a desastres naturais associados à mudança climática. **São Paulo em Perspectiva**, v. 20, n. 1, p. 81-95, jan./mar. 2006.

CARMO, R.; VALENCIO, N. **Segurança humana no contexto dos desastres**. São Carlos: RiMa Editora, 2014.

CUTTER S. L. (org.) **Environmental risks and hazards**. London: Prentice-Hall, 1994.

_____. Vulnerability to environmental hazards. **Progress in Human Geography**, v.20, n. 4, p. 529-539, Dec. 1996.

DAEE, Departamento de Águas e Energia Elétrica. **Cartografia da rede hidrográfica do Estado de São Paulo**. São Paulo, 2010.

DE SHERBININ, A.; SCHILLER, A.; PULSIPHER, A. The vulnerability of global cities to climate hazards. **Environment & Urbanization Journal**, London, v. 19, n. 1, p. 39-64, April 2007.

EMPLASA - Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano. **Macrometrópole Paulista**. Relatório Técnico da Diretoria de Planejamento, 2012.

EMPLASA - Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano. **Plano de Ação da Macrometrópole Paulista 2013-2040**: uma visão da macrometrópole. São Paulo: EMLASA, 2015.

GIDDENS, A. **A política da mudança climática**. Rio de Janeiro: Zahar, 2010.

HUQ S.; KOVATS S.; REID H.; SATTERTHWAITE D. Editorial: Reducing risks to cities from disasters and climate change. **Environment & Urbanization Journal**, London, Vol. 19, No. 1, p. 3-15, April 2007.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico 2010**. Rio de Janeiro, 2010. Disponível em <<http://censo2010.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 08 de março de 2017.

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change. **IPCC Fourth Assessment Report (Working Group II)**. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2007.

KASPERSON, J. & KASPERSON, R. **International workshop on vulnerability and global environmental change**. Stockholm: SEI, 2001.

KAZTMAN, R., BECCARIA, L., FILGUEIRA, F., GOLBERT, L. & KESSLER, G. **Vulnerabilidad, activos y exclusión social en Argentina y Uruguay**. Santiago de Chile: OIT, 1999.

LOPES, E.S.S.; RIEDEL, P.S.; BENTZ, FERREIRA, M.V.; NALETO, J.L.C. Inventário de escorregamentos naturais em banco de dados geográfico – análise dos fatores condicionantes na região da Serra de Cubatão – SP. In: **XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Florianópolis Anais...INPE, 2007, p. 2785-2796.

MARICATO, E. **Metrópole na periferia do capitalismo: ilegalidade, desigualdade e violência**. São Paulo: Hucitec, 1996.

_____. **Metrópole, legislação e desigualdade**. *Estudos Avançados*, v. 17, n. 48, ago. 2003.

MARTINE, G; OJIMA, R. The Challenges of Adaptation in an Early but Unassisted Urban Transition. In: MARTINE, G.; SCHENSUL, D. (Eds.). **The Demography of Adaptation to Climate Change**. New York, London and Mexico City: UNFPA, IIED and El Colegio de México, 2013.

NOBRE, C. A.; YOUNG, A. F.; (Eds.). **Vulnerabilidades das Megacidades Brasileiras às Mudanças Climáticas: Região Metropolitana de São Paulo**. Relatório Final. CCST/INPE, NEPO/UNICAMP, FM/USP, IPT, 2011.

REIS, N.G.; TANAKA, M.S. **Brasil: estudos sobre dispersão urbana**. São Paulo: FAU-USP, 2007.

ROCHA, S. **Pobreza no Brasil: afinal, de que se trata?** Rio de Janeiro: FGV Editora, 2003.

SCHENSUL, D.; DODMAN, D. Populating Adaptation: Incorporating Population Dynamics in Climate Change Adaptation Policy and Practice. In: MARTINE, G.; SCHENSUL, D. (Eds.). **The Demography of Adaptation to Climate Change**. New York, London and Mexico City: UNFPA, IIED and El Colegio de México, 2013.

TASCHNER, S. P. Degradação ambiental em favelas de São Paulo. In: TORRES, H.; COSTA, H. (Orgs.). **População e meio ambiente: debates e desafios**. São Paulo: Editora Senac, 2000, p. 271-297.

TORRES, H. G., ALVES, H. P. F.; OLIVEIRA, M. A. São Paulo peri-urban dynamics: some social causes and environmental consequences. **Environment & Urbanization Journal**, London, Vol. 19, No. 1, p. 207-223, April 2007.