

Desastres naturais no Brasil e no mundo: uma análise holística com ênfase nos impactos dos eventos hidrológicos e meteorológicos**Natural disasters in Brazil and over the world: An analysis emphasizing hydrological and meteorological events**

DOI:10.34117/bjdv6n9-724

Recebimento dos originais:08/08/2020

Aceitação para publicação:30/09/2020

Andreilcy Alvino-Borba

Mestre em Estudos Regionais e Locais

Universidade da Madeira

Endereço:Av. Maceió, 1277, CEP: 85868-140 Foz do Iguaçu, PR-Brasil

E-mail: andreilcy@gmail.com

Paula Marianela Guerra

Engenheira Civil de Infraestrutura

Universidade Federal da Integração Latino-Americana

AC Parque Tecnológico Itaipu. Conjunto B. CEP: 85867970 - Foz do Iguaçu, PR - Brasil

E-mail: paulamarianelaguerra@gmail.com

Lídia Aparecida Gomes Moreira

Ciências Econômicas

Universidade Federal do ABC

Endereço:Av. Estados. Bairro Santa Terezinha. CEP: 09210-580 - Santo André, SP - Brasil

E-mail: lidia.moreira036@gmail.com

Helenice Maria Sacht

Doutora em Engenharia Civil

Universidade Federal da Integração Latino-Americana

AC Parque Tecnológico Itaipu. Conjunto B. CEP: 85867970 - Foz do Iguaçu, PR - Brasil

E-mail: helenice.sacht@unila.edu.br

José António Almeida

Doutor em Engenharia de Minas

GeoBioTec – FCT/UNL, Universidade Nova de Lisboa

Faculdade de Ciências e Tecnologia. CEP: 2829-516 Caparica – Portugal

E-mail: ja@fct.unl.pt

Herlander Mata-Lima

Doutor em Ciências de Engenharia

CERENA-Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa

AC Parque Tecnológico Itaipu. Conjunto B. CEP: 85867970 - Foz do Iguaçu, PR - Brasil

E-mail: herlander.lima@unila.edu.br

RESUMO

Este texto analisa a evolução dos desastres naturais atribuindo ênfase aos impactos do eventos de origem hidrológica e meteorológica no mundo e no Brasil. A análise dedica especial atenção a influência dos fatores demográficos na ocorrência de desastres naturais. A abordagem de pesquisa adotada baseia-se numa detalhada revisão bibliográfica dos trabalhos publicados em periódicos e relatórios de organizações internacionais e centros de pesquisa, na interpretação das tendências referentes à estatística dos desastres e na comparação inter-regional e interanual da situação dos desastres em termos da frequência de ocorrência, severidade (vítimas humanas e danos materiais) e instrumentos preventivos. Os resultados demonstram que a frequência e intensidade dos desastres têm vindo a agravar-se e que os desastres hidrológicos (inundações) são os mais preocupantes no que concerne à vítimas humanas e danos materiais. Concluiu-se que a intensa expansão de áreas urbanas acompanhada do aumento da densidade demográfica e ocupação de áreas de risco contribuem para ocorrência de desastres no Brasil e no mundo.

Palavras-Chave: Desastre, Cheia, Demografia, Vulnerabilidade, Gestão do Risco.

ABSTRACT

This text analyzes the evolution of natural disasters with emphasis on the impacts of events of hydrological and meteorological origin in the world and in Brazil. The analysis pays special attention to the influence of demographic factors on the occurrence of natural disasters. The research approach adopted is based on a detailed bibliographic review of works published in journals and reports of international organizations and research centers, on the interpretation of trends in disaster statistics and on inter-regional and inter-annual comparison of the situation of disasters in terms of frequency of occurrence, severity (human victims and material damage) and preventive instruments. The results show that the frequency and intensity of disasters have been worsening and that hydrological disasters (floods) are the most worrying in terms of human victims and material damage. It was concluded that the intense expansion of urban areas accompanied by increased population density and occupation of risk areas contribute to the occurrence of disasters in Brazil and the world.

Keywords: Disaster, Full, Demography, Vulnerability, Risk Management.

1 INTRODUÇÃO

A interação do homem com a natureza contribui para transformação de eventos naturais físicos em desastres naturais com significativos impactos negativos sobre as condições ambientais e socioeconômicas (ALCÁNTARA-AYALA, 2002; CEPAL, 2003; MARCELINO, 2008; BORGHA *et al.*, 2011; DATAR *et al.*, 2013; MATA-LIMA *et al.*, 2013; FABRE *et al.*, 2018).

Os desastres relacionados ao clima (i.e., meteorológicos, hidrológicos e climatológicos) são os mais expressivos contabilizando 91% do total dos desastres ocorridos no mundo (MATA-LIMA *et al.*, 2016), sendo a inundação o tipo mais frequente dos desastres no mundo no período de 1994 a 2013 – representando 43% de todos os eventos registrados (CRED, 2015). Por conseguinte, a inundação é um fenômeno global que afeta tanto os países em desenvolvimento (dito emergentes) quanto os desenvolvidos da Europa e os Estados Unidos de América – EUA (ZOU *et al.*, 2012;

ŠPITALAR *et al.*, 2014) provocando significativos danos econômicos e vítimas humanas (MATA-LIMA *et al.*, 2016). Por exemplo, nos países da Europa ocidental como Portugal, França, Bélgica e Alemanha foram registradas, em 2010, inundações que provocaram elevados danos econômicos e mais de três dezenas de mortos (LESKENS *et al.*, 2014).

A expansão de zonas urbanas é uma realidade em todo o mundo e no Brasil ocorre de maneira particularmente acelerada, nas regiões sudeste e sul, devido à concentração de indústrias de maior intensidade tecnológica (SABOIA, 2013; MATA-LIMA *et al.*, 2014) que atraem pessoas em busca de emprego e melhores condições de vida. Nesse contexto, a gestão do risco de desastres deve preconizar estratégias sobre como planejar áreas urbanas sustentáveis que mitiguem a devastação dos desastres, em termos de vítimas humanas, danos econômicos e ambientais.

Realizou-se este trabalho com o intuito de contribuir para (1) o processo de diagnóstico da situação de desastres, (2) *brainstorming* concernente aos fatores de agravamento dos desastres de origem hidrológica e meteorológica no Brasil e no mundo e (3) discutir e realçar as ações a serem implementadas no âmbito de políticas, planos e programas de adaptação aos desastres.

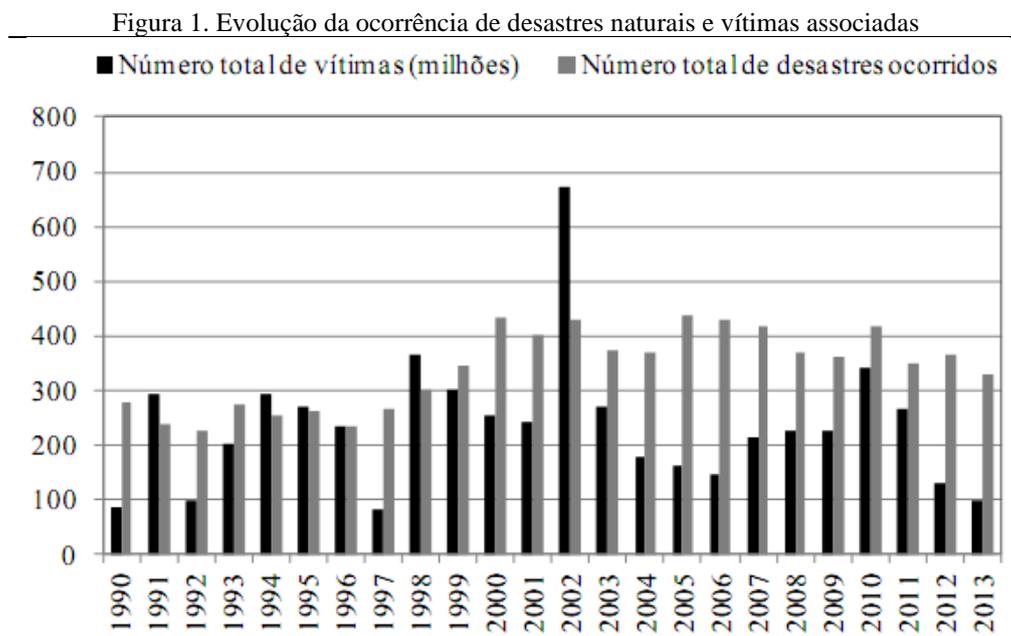
Para alcançar os objetivos supracitados foram implementados as seguintes três principais etapas de pesquisa: (1) revisão bibliográfica multidisciplinar – abordando as dimensões econômica, ambiental e social do desastre – baseada em periódicos e relatórios de organizações internacionais e centros de pesquisa; (2) análise estatística dos desastres ocorridos ao longo das últimas décadas destacando-se a frequência de ocorrência, as vítimas humanas e os dados econômicos em termos global, inter-regional e interanual; e (3) organização da informação e discussão visando identificar os fatores (naturais e humanos) que contribuem para aumento da frequência de ocorrência e severidade dos desastres hidrológicos e meteorológicos.

2 CONTEXTUALIZAÇÃO DA SITUAÇÃO DOS DESASTRES

O aumento da frequência de ocorrência e intensidade dos eventos que desencadeiam desastres representa um desafio a ser combatido, sobretudo no que se refere aos impactos negativos dos desastres de origem hidrológica e meteorológica devido à sua expressiva representatividade em todo mundo. Vários trabalhos recentes analisaram a tendência de evolução do número de acidentes nas últimas décadas (desde 1980 até a atualidade) e concluíram que os desastres naturais de origem climatológica (e.g., temperatura extrema, seca, incêndio florestal), hidrológica (e.g., inundação, movimento de massa) e meteorológica (e.g., tempestade) são cada vez mais expressivos, sendo os dois últimos os mais predominantes (BORGA *et al.*, 2011; MUNICH RE, 2011; FREITAS *et al.*,

2012; TINGSANCHALI, 2012; MATA-LIMA *et al.*, 2013; CEPED/UFSC, 2013; ŠPITALAR *et al.*, 2014; GUHA-SAPIR, HOYOIS & BELOW, 2014; LLASAT *et al.*, 2014).

Embora existam critérios diferentes para classificação do desastre, as bases de dados internacionais sobre desastres convergem no que concerne à evolução do crescimento de ocorrência e intensidade concomitantemente com o avanço das perdas econômicas e vítimas humanas, como se observa na **figura 1** referente aos dados mundiais do *Centre for Research on the Epidemiology of Disasters* (CRED). Estes resultados reforçam a necessidade de medidas mais eficazes para minimizar os impactos provocados por tais eventos.



Fonte: elaborada com base nos dados de Guha-Sapir, Hoyois & Below (2014, p. 4)

A tendência de crescimento dos desastres naturais resulta de: i) mudanças climáticas, visto que o aquecimento global provoca mudanças no regime hidroclimático, seja pelo aumento da intensidade de precipitação e consequente aumento do risco de inundações ou pela diminuição da frequência de precipitação causando secas (IPCC, 2014); e ii) condições socioeconômicas, inclui-se aqui o aumento da vulnerabilidade devido ao acentuado crescimento populacional nos subúrbios urbanos onde prevalecem condições precárias de infraestrutura urbana (IPCC, 2012; FREITAS *et al.*, 2012; MATA-LIMA *et al.*, 2013; CEPED/UFSC, 2014).

No cenário mundial, os eventos naturais extremos, sejam os de maior ou de menor intensidades, abrangem todos os continentes (TOMINAGA, SANTORO & AMARAL, 2009; CEPAL, 2014). No entanto, classificam-se como desastre quando há condições de vulnerabilidade (ALCÁNTARA-AYALA, 2002; CEPAL, 2014; CEPED/UFSC, 2014) que acentuam as

consequências relativamente às vítimas humanas e danos materiais. Além das condições ambientais que aumentam o risco e suscitam novas ameaças, as condições socioeconômicas da comunidade exposta ao risco influenciam diretamente todas as fases de um desastre natural (antes, durante e depois). Significa dizer que a pobreza e o desenvolvimento (incluindo os riscos e as vulnerabilidades) estão interligados influenciando os impactos negativos produzidos pelos desastres tanto nos custos diretos (vítimas humanas e prejuízos econômicos) quanto nos custos indiretos que representam as perdas induzidas pelos desastres naturais em termos de fluxos de bens, serviços e negócios que não são gerados devido à destruição de infraestrutura, incluem-se ainda os negócios interrompidos e os efeitos negativos no desempenho da economia global (LAZZARONI & VAN BERGEIJK, 2014; CEPAL, 2014; ŠPITALAR *et al.*, 2014). Relativamente aos casos de inundações, o Ministério da Saúde do Brasil destaca os principais impactos na saúde, a saber (BRASIL, 2014): i) aumento de mortes e traumatismos; ii) danos à infraestrutura física e funcional dos estabelecimentos de saúde; iii) interrupção de serviços públicos básicos – distribuição de água, limpeza urbana e de esgotamento sanitário; iv) aumento do risco de contaminação microbiológica da água e dos alimentos; v) aumento de ocorrência de doenças infecciosas e agravamento de doenças crônicas; vi) aumento do risco de transtornos psicológicos; vii) desagregação de comunidades e famílias; viii) migração; e ix) escassez de alimentos, contribuindo para problemas de carências nutricionais.

A necessidade de mitigar os impactos negativos dos desastres depende tanto das decisões quanto das características naturais do lugar. Importa salientar que os efeitos cumulativos de decisões¹ (individuais e coletivas), combinados com a ocorrência de desastres naturais, suscitam uma sequência de impactos ambientais e socioeconômicos negativos nas regiões afetadas pelos desastres (MATA-LIMA *et al.*, 2013).

Os desastres naturais, independentemente do seu tamanho/magnitude (DATAR *et al.*, 2013), causam impactos ambientais e socioeconômicos negativos (GUHA-SAPIR, HOYOIS & BELOW, 2014; ŠPITALAR *et al.*, 2014), sobretudo nas regiões mais vulneráveis, tais como *Small Islands Development States – SIDS*² (ONU, 2012) e as regiões em vias de desenvolvimento (ALCÁNTARA-AYALA, 2002; TOYA & SKIDMORE, 2007; WORLD BANK & UNITED

¹ Estão presentes nessas decisões (individuais e coletivas) o planejamento do território (incluindo a expansão desregulada de áreas urbanas), técnicas construtivas, implantação de infraestruturas de saneamento, fraco investimento em programas educativos, de combate à pobreza, de integração social, entre outras causas (MATA-LIMA *et al.*, 2013, p. 45).

² SIDS são frequentemente divididos em três principais grupos geográficos de regiões como SIDS do Caribe, SIDS do Pacífico e SIDS do Atlântico, oceano Índico, Mediterrâneo e sul da China (UNDESA, 2015).

NATIONS, 2010; LOAYZA, OLABERRÍA & LUC CHRISTIAENSEN, 2012; ONU, 2012). As principais causas para uma maior ocorrência dos impactos negativos nessas regiões são: i) ausência de atividade de planejamento preventivo e escassez de recursos (MATA-LIMA *et al.*, 2013), ii) baixa resiliência, inerente ao fraco nível de capital social (ALCÁNTARA-AYALA, 2002; JACOBI & MONTEIRO, 2006; TOYA & SKIDMORE, 2007); iii) o aumento da frequência e intensidade dos eventos climáticos extremos IPCC (2014); e iv) as recentes crises econômica, alimentar e de combustível (ONU, 2012). Estas condições são agravadas com a permanência prolongada do efeito negativo do desastre no ambiente e na sociedade.

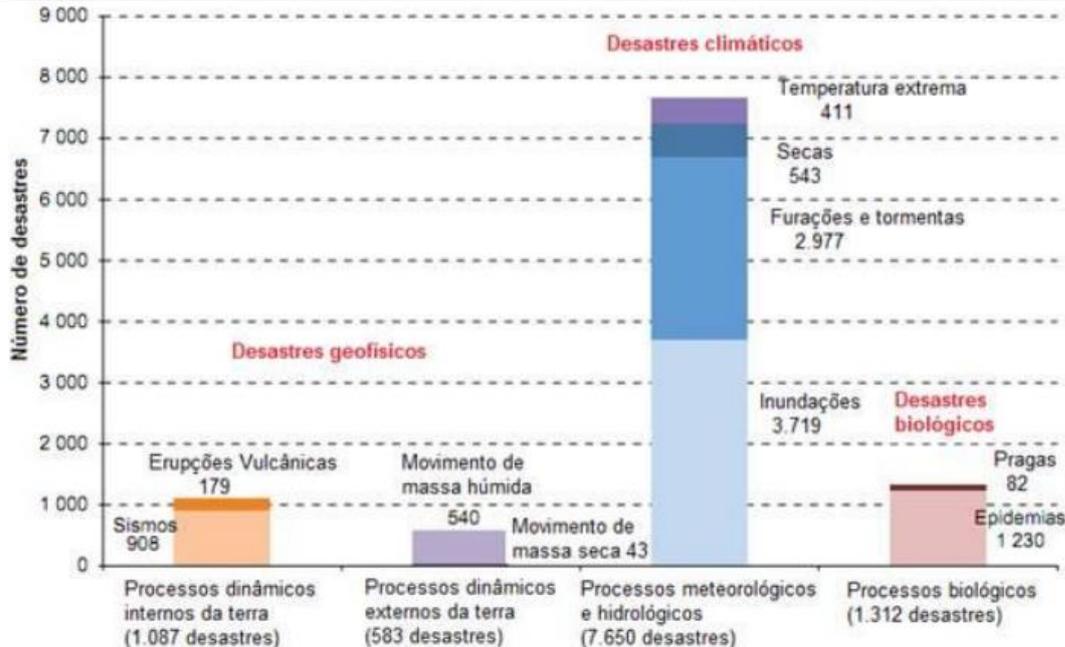
Tal prolongamento [dos efeitos dos desastres] no tempo contribui para uma maior dispersão espacial dos impactos ambientais, onde os agentes naturais (e.g. escoamento superficial e subsuperficial) se encarregam de transportar o problema para jusante, e para o agravamento dos impactos socioeconômicos pela degradação da atividade econômica, bem como o aumento da vulnerabilidade social. (MATA-LIMA *et al.*, 2013, p. 45)

Em suma, a ocorrência de novos desastres desencadeia impactos que se somam aos dos desastres anteriores que ainda não foram tratados intensificando as consequências por um período de tempo mais prolongado (CEPAL, 2014). Exemplo deste fato pode ser observado no desastre causado pelas inundações e deslizamentos ocorridos na região serrana do Rio de Janeiro, em 2011, que intensificaram e expuseram as vulnerabilidades deixadas por eventos ocorridos nos anos anteriores, expondo assim os limites estruturais da região e o limitado empenho (ao nível de políticas, planos e programas) para redução dos riscos de desastres (FREITAS *et al.*, 2012).

Os países desenvolvidos sofrem maior impacto econômico, em valores absolutos (IPCC, 2012; MATA-LIMA *et al.*, 2013; GUHA-SAPIR, HOYOIS & BELOW, 2014). No entanto, nos países em desenvolvimento ainda que o impacto econômico seja, em termos absolutos totais, menor que nos países desenvolvidos, são maiores em termos da percentagem do PIB e os efeitos são desproporcionalmente mais altos por destruir a base de uma economia classificada como precária antes do desastre. Um exemplo paradigmático é o desastre ocorrido em 2010 no Haiti, causando prejuízos econômicos equivalentes a 120% do PIB nacional. Por outro lado, no Japão, o terremoto e tsunami ocorridos no mesmo ano tiveram um custo pouco acima de 5% do PIB japonês (MATA-LIMA *et al.*, 2013). Consequentemente, “*las pérdidas futuras esperadas amenazan el desarrollo económico y el progreso social en los países de bajos ingresos*” (UNISDR, 2015, p. 8). Verifica-se que a exposição a riscos elevados está presente em países desenvolvidos e em desenvolvimento, mas a vulnerabilidade é muito maior no segundo caso.

Segundo os dados do EM-DAT, entre 1970 a 2011, os desastres naturais ocorridos no mundo distribuíram-se da seguinte maneira: 10,27% de desastres geofísicos (sismos e vulcões), 12,3% de desastres biológicos (pragas e epidemias) e 77,4% de desastres climáticos, sendo 45,2% de inundações (*vide* figura 2).

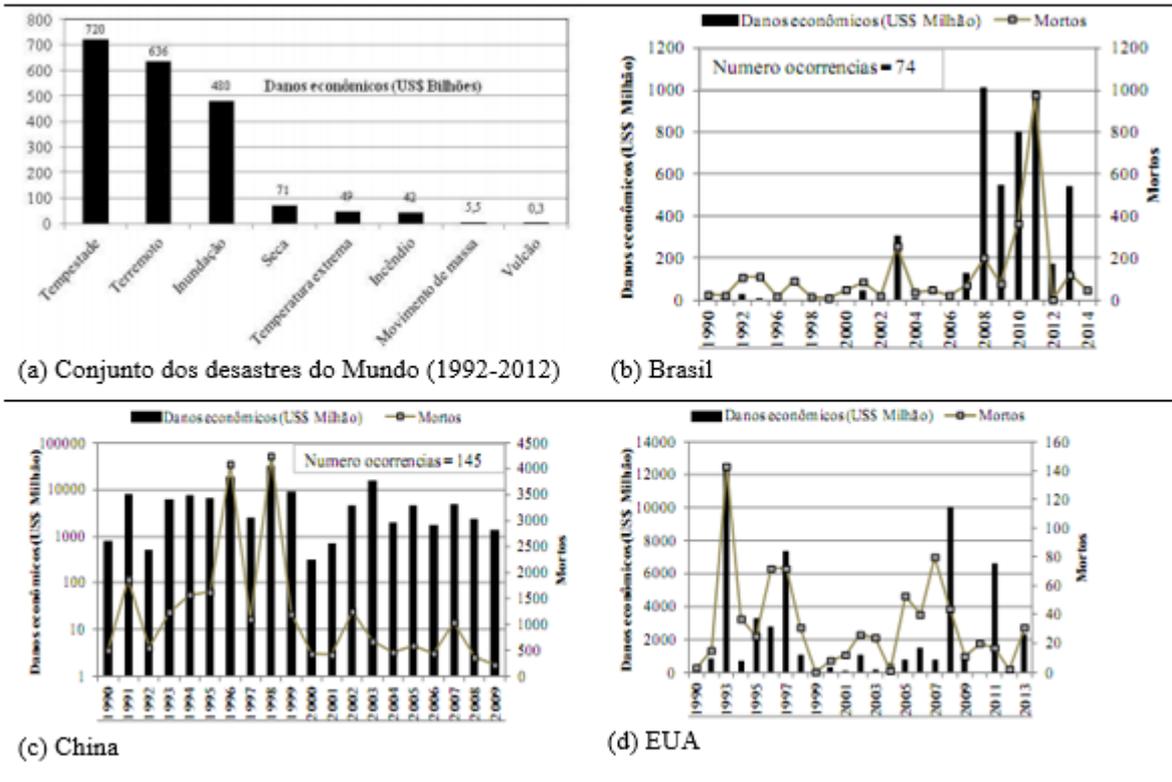
Figura 2. Distribuição dos desastres ocorridos no mundo, segundo o tipo e origem (1970-2011)



Fonte: CEPAL (2014, p. 24)

Os danos econômicos das inundações no mundo, entre 1992 a 2012, ocuparam o terceiro lugar entre os desastres naturais ocorridos atingindo um custo financeiro no valor de US\$480 bilhões (*vide* figura 3). Estas perdas repercutem-se diretamente na macroeconomia dos países atingidos resultando, entre outros, no aumento da vulnerabilidade socioeconômica e na perda de competitividade. Observa-se ainda que “o risco de se perder riquezas em desastres está superando a capacidade de criação de riquezas” (ONU, 2012, p. 2). Acrescente-se ainda as precárias condições de vida de comunidades vulneráveis, acentuada pela ocupação de áreas de risco, que contribuem para o agravamento dos riscos de desastres hidrológicos e meteorológicos.

Figura 3. Impactos dos desastres no mundo e em algumas regiões (comparação entre três países com mais de 200 milhões de habitantes)



Fonte: elaboração própria com base nos dados de EM-DAT

A figura 3 demonstra que os danos econômicos e o número de mortos no Brasil, devido à inundação, são significativamente inferiores aos registrados noutros países, designadamente China e Estados Unidos de América (EUA). Porém, o cenário não é animador porque a **figura 3b** revela uma tendência é crescente, além da previsão do IPCC (2012, 2014) apontar para a frequência e intensidade de fenômenos hidrológicos extremos nas próximas décadas.

De acordo com a ONU (2012, p. 1), “entre 1970 e 2010, a proporção da população que vivia em bacias hidrográficas sujeitas a inundações aumentou 114%, já em regiões costeiras expostas a ciclones o aumento foi de 192%”. O aumento dos níveis de riscos de desastres gera consequentemente um maior desafio ao desenvolvimento sustentável, designadamente no que concerne às políticas públicas envolvendo o planejamento e ordenamento do território e a assistência social.

O Brasil apresenta a mesma tendência mundial de crescimento de frequência e intensidade de ocorrência de desastres hidrológicos e meteorológicos (ALCOFORADO & CIRILO, 2001; MELLER & PAIVA, 2007; HADDAD & TEIXEIRA, 2015). No período de 1970 a 2014 o país registrou 108 inundações, 18 deslizamentos e secas e 15 eventos de tempestades (**tabela 1**). Esses

dados evidenciam a predominância de desastres hidrológicos e meteorológicos, sobretudo a frequência de registros de inundações, que além de apresentar o maior número de ocorrência configura também o maior número de vítimas mortais (5.483) e desalojadas (1.017.089). Para Borga *et al.* (2011) e Llasat *et al.* (2014) estes resultados corroboram com o padrão global, ou seja, com a liderança de inundações no que se refere à taxa de mortalidade (i.e., número de mortes dividido pelo número de pessoas afetadas) entre os desastres naturais. A **tabela 1** também revela que as inundações ocupam o segundo lugar no país, em danos econômicos, com a cifra acima de US\$ 8,6 bilhões, perdendo apenas para a seca que causou, neste período, um prejuízo no valor de US\$ 11,1 bilhões. A seca causa maior prejuízo econômico, mas causa um reduzido número de perdas de vidas humanas, além da ausência de feridos e desalojados.

Tabela 1. Impacto dos desastres naturais ocorridos no Brasil de 1970 a 2014

Tipo de desastre	Número de registros	Número de mortes	Número de afetados	Número de feridos	Número de desalojados	Total de vítimas*	Danos econômicos (10 ³ US\$)
Terremoto	2	2	15280	6	8000	23286	5,000.00
Inundação [#]	108	5483	17735929	6331	1017089	18759349	8,667,770.00
Deslizamento [#]	18	789	90000	214	147100	237314	86,000.00
Tempestade	15	157	215450	1716	9790	226956	531,000.00
Seca	18	20	47812000	0	0	47812000	11,183,100.00
Temperatura extrema	7	242	0	600	0	600	1,075,000.00
Incêndio	3	1	12000	0	0	12000	36,000.00
Infestação de insetos	1	0	2000	0	0	2000	0.00
Epidemia	16	2217	1982376	0	0	1982376	0.00
Total	188	8911	67865035	8867	1181979	69055881	21,583,870.00

Fonte: baseada nos dados de EM-DAT. The OFDA/CRED International Disaster Database

*O número total de vítimas é o somatório de afetados, feridos e desalojados.

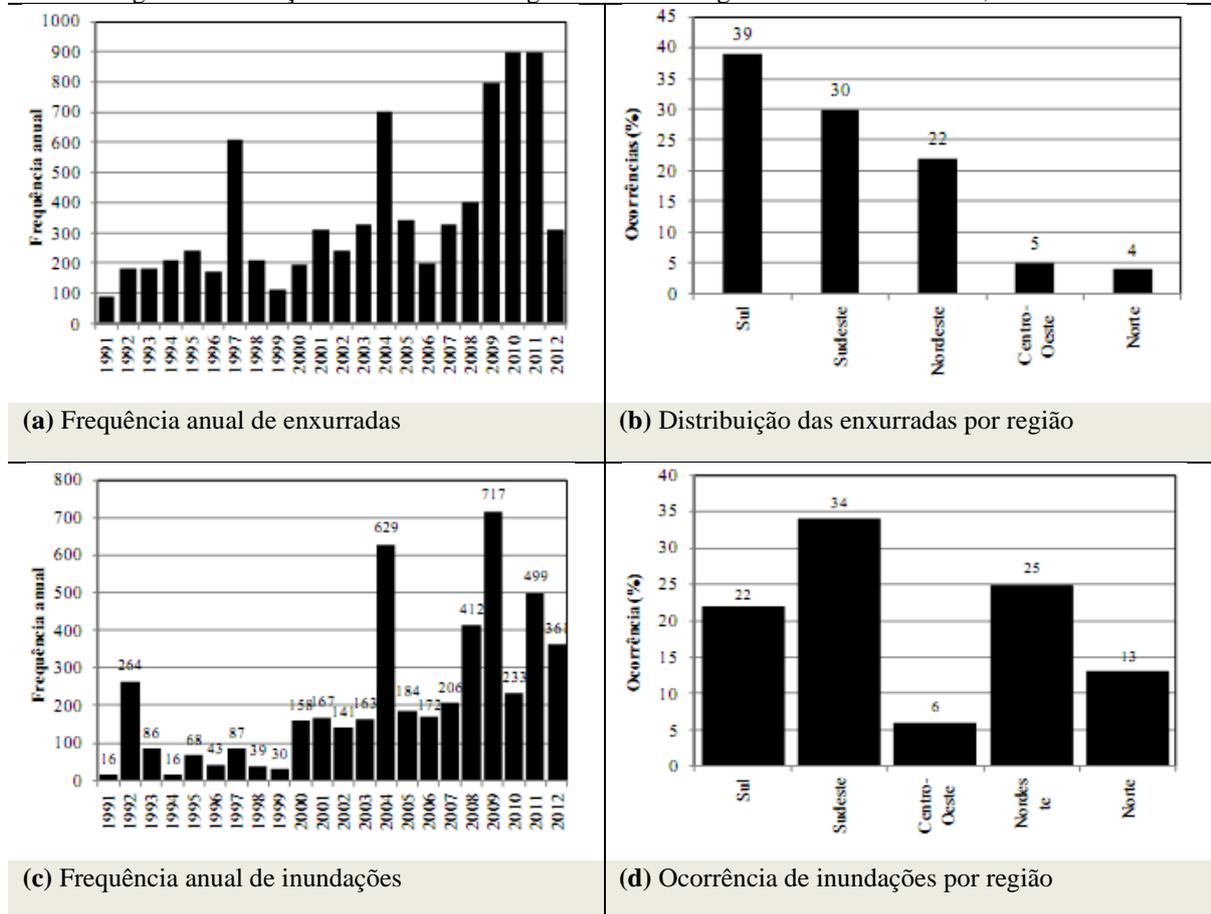
[#]Desastres hidrológicos e meteorológicos.

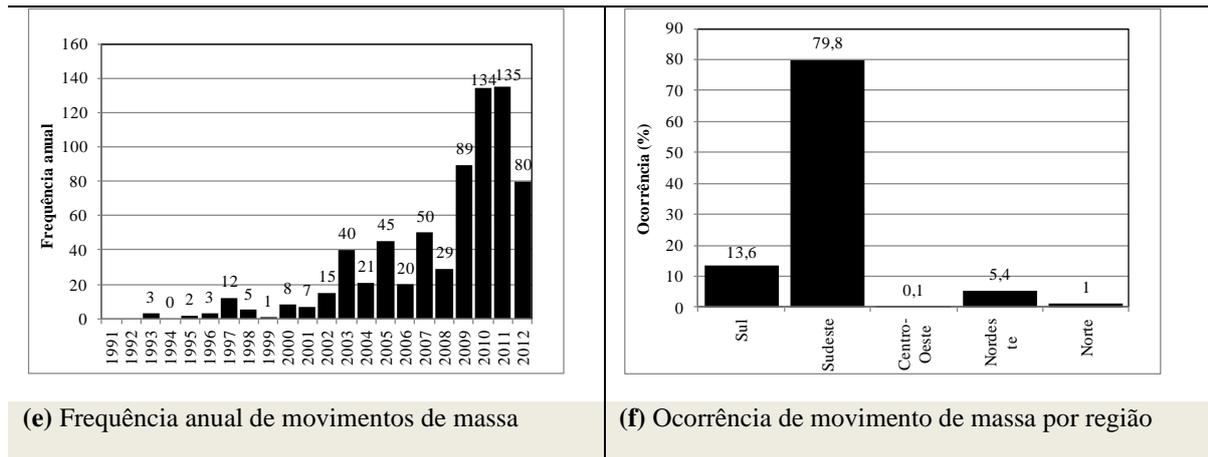
A tabela acima, construída com base nos dados extraídos da base do EM-DAT, não condiz com o Atlas brasileiro de desastres naturais uma vez que este último cita, para o período entre 1991 e 2012, 38.996 desastres naturais no país e faz várias críticas ao sistema de registro de dados referentes aos desastres (CEPED/UFSC, 2013). Esta falta de informação completa, rigorosa e uniforme dificulta a prevenção e gestão dos desastres (TOMINAGA, SANTORO & AMARAL, 2009; ALVINO-BORBA, MATA-LIMA & MATA-LIMA, 2012). Assim, o próprio Atlas brasileiro de desastre chama atenção para as dificuldades, a saber (CEPED/UFSC, 2013): (i) ausência de

unidades padronizadas; (ii) inexistência de coleta sistêmica e armazenamento de dados; (iii) dificuldade de interpretação do tipo de desastre e (iv) fraca consolidação, transparência e acesso aos dados. A carência nacional de dados é sobretudo anterior a Instrução Normativa n. 1 de 24 de agosto de 2012 que determina o registro da informação oficializada através da notificação preliminar de desastre (NOPRED), avaliação de danos (AVADAN) ou pelo Decreto da Prefeitura (CEPED/UFSC, 2013).

A figura 4 mostra a evolução dos principais desastres de origem hidrológica e meteorológica no Brasil, no período de 1991 a 2012. A figura realça que as inundações bruscas ou enxurradas (*flash flood*), as inundações graduais (*flood*) e o deslizamento de massa (*mass movement*) concentram-se majoritariamente nas regiões sudeste e sul.

Figura 4. Evolução de eventos hidrológicos e meteorológicos extremos no Brasil, 1991-2012





Fonte: Compilação baseada no CEPED/UFSC (2013, p. 47, 49, 53, 54, 83, 87)

Pelo exposto, a manter-se esse ritmo de frequência e intensidade de desastres, ficam comprometidos a conservação do meio-ambiente e o desenvolvimento socioeconômico do país. Portanto, é preciso considerar estes elementos (frequência e intensidade) na avaliação dos riscos de desastres (ALCÁNTARA-AYALA, 2002), considerando a vulnerabilidade e resiliência (NORRIS *et al.*, 2008; LEICHENKO, 2011) das comunidades, e incentivar o envolvimento dos diferentes *stakeholders* (e.g., governantes e sociedade civil) na construção de medidas de monitoramento e prevenção de desastres naturais com o intuito de mitigar os seus impactos adversos.

3 INFLUÊNCIA SOCIODEMOGRÁFICA NA OCORRÊNCIA DE DESASTRES HIDROLÓGICOS

As grandes cidades abrigam diversas funções (e.g., produção, residencial, comercial e consumo) dependentes de um complexo sistema de transporte, energia elétrica, saneamento básico, comunicação e distribuição de água. Acrescente-se ainda o fato de exercer um poder de atração que resulta em uma elevada concentração da população nos grandes centros urbanos (e.g., mais de 84% da população brasileira já é urbana). A ocorrência de um desastre no meio urbano provoca danos adversos ao ambiente (natural e construído), sobretudo nas regiões densamente povoadas e com carência de infraestrutura (LAVELL, 2003; TUCCI, 2008; GWILLIAM, 2013). Nesta perspectiva, dados do relatório IPCC (2014) chamam atenção para as mudanças climáticas em grandes metrópoles, particularmente em países em desenvolvimento. Tais países possuem grande parte da população total (>70%) concentrada em áreas urbanas (Mata-Lima *et al.*, 2016).

O Brasil tem apresentado, nas últimas décadas, uma elevada expansão demográfica, nas suas principais metrópoles, devido sobretudo ao crescimento vegetativo, i.e. diferenças entre as taxas de mortalidade e natalidade. As migrações internas são as mais significativas. A esperança por

melhores condições de vida, saúde e emprego, além de ausência de uma reforma agrária eficiente são os principais motivos que levam muitas pessoas a trocarem áreas rurais pelas urbanas. Esse fenômeno contribuiu para o crescimento de aglomerações urbanas sem um acompanhamento de políticas de desenvolvimento urbano causando sérios problemas, tais como: fraca infraestrutura de saneamento, transporte, emprego, educação, saúde e planejamento urbano (MORAES & JORDÃO, 2002; BRITO & SOUZA, 2005; TUCCI, 2008; FREITAS *et al.*, 2014; CARTER *et al.*, 2015). O acelerado processo de urbanização implica intensiva impermeabilização do solo que, combinada com precipitação intensa, favorece a ocorrência de inundações e deslizamentos, particularmente nas zonas de fundos do vale.

Impermeabilização duma parte da área da bacia resulta na diminuição da retenção superficial e da infiltração, e, conseqüentemente, no aumento do volume superficial. Para além disso, como a resistência ao escoamento de pavimentos impermeáveis é muito inferior à de terrenos revestidos com vegetação, o escoamento concentra-se mais rapidamente nas secções de saída, resultando em cheias com pontas maiores e a ocorrerem mais depressa em relação à precipitação. (HIPÓLITO & VAZ, 2011, p. 81-82)

Pode dizer-se que urbanização intensa e desordenada interfere em diversas dinâmicas naturais, favorecendo a ocorrência de inundações urbanas (TOMINAGA, SANTORO & AMARAL, 2009; OLIVEIRA & GUASSELLI, 2011; CARTER *et al.*, 2015), e por conseguinte, causando impactos negativos tanto ambientais quanto sociais (SHARHOLY *et al.*, 2008; TUCCI, 2008; FREITAS *et al.*, 2014).

In many cases, the resulting disasters are symptomatic of uncontrolled urban sprawl, poor planning and building standards, environmental degradation, and weak enforcement and governance practice, as well as decades of underinvestment in building, operating, and maintaining basic infrastructure (such as drainage). (GFDRR, 2014, p. 12)

Dados do IBGE (2014) revelam que 37,1% dos municípios brasileiros declararam terem sido atingidos por alagamentos e enchentes, com maior concentração nas regiões sudeste (45,2%) e sul (43,5%). A elevada densidade demográfica, sobretudo em regiões com insuficientes condições de infraestrutura básica, contribui significativamente para exposição de pessoas e bens ao risco de inundações agravando os problemas ambientais e socioeconômicos (*vide* JACOBI, SCHULT & BOHN, 2013).

Em todo o território nacional, 97,4% dos municípios com mais de 500.000 habitantes registraram alagamentos, enquanto, na classe de municípios com até 5.000 habitantes, foram registrados os menores valores (5,0%, nas Regiões Norte e Centro-Oeste; e 11,5% na Região Nordeste). (IBGE, 2014, p. 97)

O crescimento populacional acelerado e desordenado nas áreas urbanas é um fato comum nos países em desenvolvimento. O Brasil passou de 81% da população urbana em 2000 para 84% em 2010, de acordo com os censos demográficos do IBGE.

O crescimento demográfico impulsionou a expansão urbana (BRITO & SOUZA, 2005; OLIVEIRA & GUASSELLI, 2011; FREITAS *et al.*, 2014) ocasionando um crescimento desordenado em áreas consideradas de risco. A questão é complexa, pois por um lado a conjuntura econômica impulsiona o crescimento de habitações nas áreas verdes e planícies de inundações e, por outro lado, medidas legais adotadas (e.g., Lei nº 12.608, de 10 de abril de 2012 que institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil) não excluem os riscos dessas situações. Nesse aspecto, destaca-se a legislação do Código Florestal (Lei 4.771, de 1965) referente a manutenção das Áreas de Proteção Permanentes (APP³) como medida preventiva na ocorrência de desastres hidrológicos e meteorológicos.

(...) proteção das APPs destinadas a proteger a estabilidade geológica e o solo também previne o assoreamento dos corpos d'água e a ocorrência de enxurradas e deslizamentos de terra, contribuindo para a garantia da segurança das populações residentes. (SCHÄFFER *et al.*, 2011, p. 11)

O crescimento demográfico⁴, na ausência de adequado planejamento territorial, gera consequências que intensificam a vulnerabilidade da região, a saber (MORAES & JORDÃO, 2002): (1) aumento do volume de efluentes domésticos; (2) erosão seguida de alteração da paisagem pela agricultura, pela urbanização e pelo reflorestamento; (3) alteração de cursos d'água e margens de lagos por meio de diques, canalização, estruturas de drenagem e dragagem para navegação; iv) supercoleta de recursos biológicos; e v) proliferação de agentes químicos tóxicos.

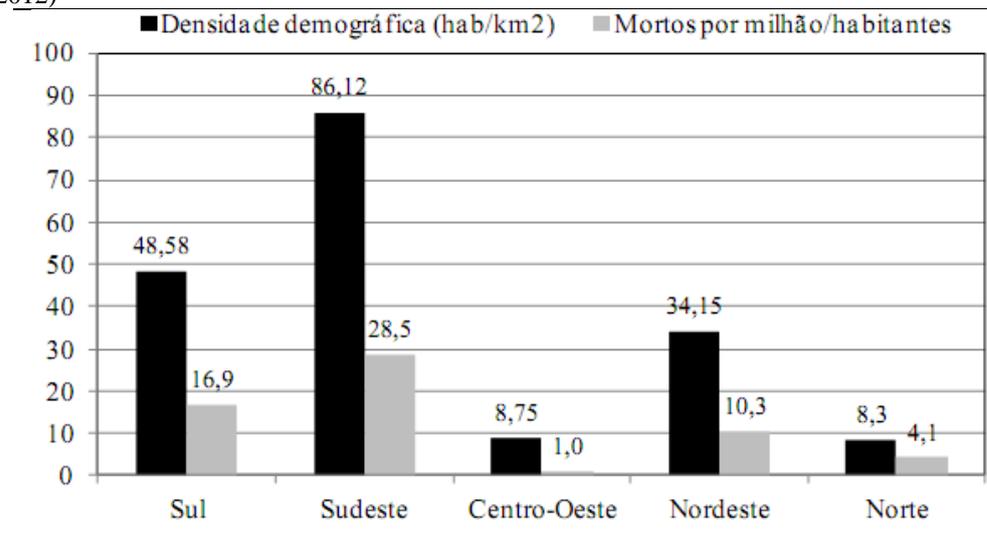
A densidade populacional e do ambiente construído são apenas fatores que aumentam a exposição ao risco de inundações (KOKS *et al.*, 2015). Os mesmos autores reforçam que as inundações ocorridas em áreas densamente ocupadas potencializam substancialmente os impactos negativos. Outra variável importante a ser considerada é a situação econômica da população afetada, tendo em conta que a capacidade da sociedade para lidar com os danos através de precaução, mitigação e prevenção de catástrofes geralmente cresce com a melhoria da situação econômica.

³ “Área de preservação permanente (APP): área protegida nos termos dos arts. 2º e 3º desta Lei, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas” (SCHÄFFER *et al.*, 2011, p. 13).

⁴ O crescimento demográfico engloba os efeitos combinados da população em um sentido biológico e os efeitos de produção-consumo em um sentido tecnológico (ALVINO-BORBA & MATA-LIMA, 2011, p. 224) e está normalmente associado ao aumento da densidade quer em termos populacionais quer em termos de infraestruturas (MATA-LIMA *et al.*, 2013, p. 47).

A densidade demográfica pode potencializar a vulnerabilidade e os riscos de desastres de uma região e, por consequência, os impactos negativos decorrentes. No período de 1990 a 2012 o Brasil registrou diferentes impactos quanto aos desastres naturais ocorridos que se refletiram nas condições ambientais, socioeconômica e de vulnerabilidade das regiões diante de um desastre natural (CEPED/UFSC, 2013). Observa-se na **figura 5** que a região sudeste apresenta o maior número de mortes e a mais elevada densidade demográfica, sendo a densidade demográfica proporcional ao número de mortos por milhão de habitantes. Significa dizer que quando um mesmo evento afeta duas regiões semelhantes em termos biofísicos a região com maior densidade populacional é mais propensa a ter maior número de vítimas. No entanto, a **figura 5** exhibe uma exceção, pois apesar da região Norte apresentar a menor densidade demográfica (devido ao fraco crescimento econômico) o número de mortes na sequência de desastre é superior ao de centro-oeste. Esta situação está relacionada ao fato de existir maior carência de infraestruturas e maior vulnerabilidade na região norte.

Figura 5. Comparação entre densidade demográfica e mortalidade, por região brasileira, na sequência de desastres (1991-2012)



Fonte: Elaboração própria com base nos dados de CEPED/UFSC (2013, p. 37)

Como a população mundial continua a crescer, sobretudo nas regiões em desenvolvimento, cresce também o número de pessoas potencialmente expostas aos riscos de desastres naturais. Portanto, as condições de infraestrutura e o planejamento territorial podem reduzir substancialmente o grau do risco.

Pelo exposto, as características sociodemográficas exercem influência na gestão de inundações, sobretudo por determinarem a vulnerabilidade social. Dentre as características

sociodemográficas mais utilizadas para este fim estão (CUTTER, BORUFF & SHIRLEY, 2003; FEKETE, 2009; CUTTER *et al.*, 2013; KOKS *et al.*, 2015): a riqueza, a idade e a etnia.

A situação socioeconômica das famílias afetadas é um elemento determinante na vulnerabilidade social visto que a riqueza aumenta as possibilidades de se preparar para os desastres e recuperar-se de perdas (KOKS *et al.*, 2015). Além disso, as famílias mais abastadas geralmente sofrem menor impacto negativo tanto por residirem em áreas afastadas de zonas de elevado risco de inundações e deslizamento como por possuírem infraestruturas apropriadas (i.e., residências resistentes).

A idade influencia no caso dos mais vulneráveis e dependentes, tais como crianças, idosos e doentes (CUTTER, BORUFF & SHIRLEY, 2003; DATAR *et al.*, 2013). Nos casos de evacuação, o tempo necessário para evacuar famílias com crianças é superior. Os idosos e doentes são mais vulneráveis por terem uma mobilidade limitada. Relativamente à característica étnica estão os não-nacionais (sobretudo os imigrantes recentes) cuja vulnerabilidade é acentuada pela falta de adaptação e as possíveis barreiras cultural e de linguagem (FEKETE, 2009; KOKS *et al.*, 2015) que reduzem os benefícios da **eficácia coletiva** que Sampson *et al.* (1997) definiram como “*willingness of neighborhood residents to intervene when problems arise*”. Esta ideia é coadjuvada pelo fato de (1) os mesmos autores salientarem que a literatura na área de criminologia e sociologia sugerem que comunidades com níveis mais elevados de eficácia coletiva exibem baixas taxas de vítimas e crimes violentos, e (2) a eficácia coletiva aumentar a resiliência das comunidades face a situação de desastres (NORRIS *et al.*, 2008).

O conhecimento sobre as características socioeconômicas de uma comunidade e a quantidade de habitantes em situação de vulnerabilidade social podem ajudar a moldar ações de implementação de programas de seguros, bem como identificar as famílias que precisam ser atendidas com prioridades (KOKS *et al.*, 2015).

Em suma, as cidades de países em desenvolvimento merecem atenção acrescida no que respeita à gestão do risco de desastres naturais, pois exibem elevada taxa de crescimento da população (COHEN, 2004; DATAR *et al.*, 2013) e de atividades econômicas (Gwilliam, 2013), contribuindo para elevados níveis de expansão e densidade urbana, assim como para assimetria espacial que consubstancia condições propícias para o aumento da periculosidade (*hazard*), vulnerabilidade e risco (*vide*, e.g., MATA-LIMA *et al.*, 2013). Este fato tem estado associado ao crescimento demográfico (DALY, 2004; LIMA, 2004; ALVINO-BORBA & MATA-LIMA, 2011) que impõe vários desafios ambientais e socioeconômicos no domínio da gestão urbana (SHARHOLY *et al.*, 2008; Tucci, 2008), numa perspectiva sistêmica, assumindo caráter

recrudesciente nas áreas muito densas e com infraestrutura deficitária (WATSON, 2009) – como acontece nas regiões sudeste e sul do Brasil (STEVAUX *et al.*, 2009). A busca por melhores condições de vida tem conduzido à expansão acelerada de áreas metropolitanas, segundo o modelo de urbanização compacta, conseqüentemente com elevadas densidades populacional e urbanística (CHEN *et al.*, 2011).

São muitos os desafios presentes nas áreas urbanas das regiões brasileiras do sudeste e sul, dentre os quais se evidenciam os impactos ambientais e socioeconômicos das inundações e deslizamentos de terra que frequentemente causam vítimas humanas e elevados danos materiais (STEVAUX *et al.*, 2009).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Somente por meio de um profundo envolvimento, da informação, do conhecimento, do compromisso e da ação das pessoas de todo o mundo os problemas ambientais poderão ser sanados. As leis e as instituições não são suficientes. A vontade das pessoas deve ser poderosa o suficiente, e insistente o suficiente, para que uma qualidade de vida efetivamente boa seja proporcionada a toda a humanidade.

Comissão para o Estudo da Organização da Paz, 1972

Os impactos negativos dos desastres em áreas urbanas estão a tornar-se cada vez mais evidentes sob influência da mudança global e expansão urbana. A gestão do risco de desastres em áreas urbanas, particularmente os hidrológicos, requer que o planejamento e gestão do território considere (1) cenários de inundação resultantes da aplicação dos modelos hidrológicos, (2) mapas topográficos, (3) mapas de solos e de ocupação e uso de solos, (4) mapas de suscetibilidade a inundação e deslizamentos de terra, (5) índices de densidade demográfica e de envelhecimento, (6) tipo e qualidade de infraestruturas, (7) cenários de evacuação, (8) mapas de riscos, (9) educação, conscientização da população e a sua participação na construção das medidas de adaptação e (10) coordenação entre os *stakeholders* (e.g., decisores, instituto de meteorologia, serviço de proteção civil, bombeiros, entre outras partes relevantes para a rede) que têm que trabalhar em sintonia nos períodos pré-, durante e pós-desastre.

Vários estudos (e.g., JONKMAN & KELMAN, 2005; SOLECKI, LEICHENKO & O'BRIEN, 2011; KRYŽANOWSKI *et al.*, 2014; LESKENS *et al.*, 2014; RIVERA & WAMSLER, 2014; ŠPITALAR *et al.*, 2014) têm alertado para importância do uso de instrumentos de prevenção (e reação), integrados na gestão do risco de desastres, para auxiliar os decisores no planejamento de medidas de adaptação e comunicação com outros *stakeholders*, dentre os quais se destacam os serviços de emergência.

Shwartz et al. (2014, p. 48) realçaram na conclusão do seu trabalho que a “conservação na cidade deve ser principalmente feita para e com pessoas, maximizando os seus benefícios, enquanto se procuram oportunidades para conservar a biodiversidade.” No caso de gestão do risco de desastres em áreas urbanas a abordagem deve ser a mesma no que se refere ao envolvimento participativo das comunidades.

REFERÊNCIAS

- ALCÁNTARA-AYALA, I. Geomorphology, natural hazards, vulnerability and prevention of natural disasters in developing countries. *Geomorphology*, 47(2-4), 107-124, 2002. doi: 10.1016/j.envsci.2011.05.017
- ALCOFORADO, R. G.; CIRILO, J. A. Sistema de suporte à decisão para análise, previsão e controle de inundações. *RBRH - Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, 4(6), 133-153, 2001.
- ALVINO-BORBA, A., MATA-LIMA, H. Exclusão e inclusão social nas sociedades modernas: um olhar sobre a situação em Portugal e na União Europeia. *Serviço Social & Sociedade*, 106, 219-240, 2011.
- ALVINO-BORBA, A.; MATA-LIMA, A.; MATA-LIMA, H. Desafios Ambientais e Estratégias para Condução da Investigação e Programas de Intervenção Social. *Ambiente & Sociedade*, 15(1), 146-155, 2012.
- BORGA, M.; ANAGNOSTOU, E.N.; G. BLOSCHL, G.; CREUTIN, J.D. Flash flood forecasting, warning and risk management: the HYDRATE project. *Environmental Science & Policy*, 14, 834-844, 2011.
- BRASIL. *Plano de contingência para emergência em saúde pública por inundação*. Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador. Brasília: Ministério da Saúde, 2014.
- BRASIL. *Política Nacional de Proteção e Defesa Civil – PNPDEC*. Lei Nº 12.608, de 10 de abril de 2012. http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12608.htm [03 de setembro de 2015].
- Brito, F.; Souza, J. Expansão urbana nas grandes metrópoles: o significado das migrações intrametropolitanas e da mobilidade pendular na reprodução da pobreza. *São Paulo em Perspectiva*, 19(4), 48-63, 2005.
- CARTER, J.G.; CAVAN, G.; CONNELLY, A.; GUY, S.; HANDLEY, J.; KAZMIERCZAK, A. Climate change and the city: Building capacity for urban adaptation. *Progress in Planning*, 95, 1-66, 2015.
- CEPAL. *Manual para la evaluación del impacto socioeconómico y ambiental de los desastres*. Subsele de México: Comisión Económica para América Latina y el Caribe – CEPAL y el Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento (El Banco Mundial), 2003.
- CEPAL. *Manual para la evaluación de desastres*. Santiago de Chile: Naciones Unidas y Comissão Económica para América Latina y el Caribe – CEPAL, 2014.
- CEPED/UFCS. *Atlas brasileiro de desastres naturais: 1991 a 2012*. Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres. 2ª ed. rev.ampl. Florianópolis: CEPED-UFSC, 2013.
- CEPED/UFSC. *Gestão de recursos federais de defesa civil*. Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres. 2ª ed. Florianópolis: CEPED-UFSC, 2014.

CHEN, Y.; LI, X.; ZHENG, Y.; GUAN, Y.; LIU, X. Estimating the relationship between urban forms and energy consumption. *Landscape and Urban Planning*, 102, 33-42, 2011.

Cohen, B. Urban growth in developing countries: a review of current trends and a caution regarding existing forecasts. *World Development*, 32(1), 23-51, 2004.

CRED. *The human cost of natural disasters*. A global perspective. Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED), Research Institute Health & Society (IRSS), Université Catholique de Louvain, Brussels, 2015. <http://emdat.be/publications> [21 de setembro de 2015].

CUTTER, S.L.; BORUFF, B.J.; SHIRLEY, W.L. Social Vulnerability to Environmental Hazards. *Social Science Quarterly*, 84(2), 242-261, 2003.

CUTTER, S.L.; EMRICH, C.T.; MORATH, D.P.; DUNNING, C.M. Integrating social vulnerability into federal flood risk management planning. *Journal of Flood Risk Management*, 6, 332–344, 2013.

DALY, H.E. Crescimento Sustentável? Não, Obrigado. *Ambiente & Sociedade*, 7(2), 197-202, 2004.

DATAR, A.; LIU, J.; LINNEMAYR, A.; STECHER, C. The impact of natural disasters on child health and investments in rural India. *Social Science & Medicine*, 76, 83-91, 2013.

EM-DAT. *Generate list events*. Université Catholique de Louvain – Belgium. http://www.emdat.be/disaster_list/index.html [05 de março de 2015].

FABRE, V.V.; SCHEEFFER, F.; DALLABONA, L.F.; KROETZ, M. (2018). Análise dos gastos com gestão ambiental frente ao comportamento político-ideológico dos gestores, sob a ótica da teoria das escolhas políticas / Analysis of expenditures with environmental management on the political-ideological behavior of managers, from the point of view of the theory of political choices. *Brazilian Journal of Development*, 4(2), 514-531.

FEKETE, A. Validation of a social vulnerability index in context to river-floods in Germany. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 9, 393–403, 2009.

FREITAS, C.M.; CARVALHO, M.L.; XIMENES, E.F.; ARRAES, E.F.; GOMES, J.O. Vulnerabilidade Socioambiental, Redução de Riscos de Desastres e Construção da Resiliência – lições do terremoto no Haiti e das chuvas fortes na Região Serrana, Brasil. *Ciência & Saúde Coletiva*, 17(6), 1577-1586, 2012.

FREITAS, C.M. *et al.* *Desastres Naturais e Saúde no Brasil 2*. Organização Pan-Americana da Saúde. Série Desenvolvimento Sustentável e Saúde 2. Brasília: Ministério da Saúde / Fundação Oswaldo Cruz, 2014.

GFDRR. *Third flood risk management and urban resilience workshop – Managing the risk of disasters in East Asia and the Pacific*. GFDRR – Global Facility for Disaster Reduction and Recovery. Washington: World Bank Group, 2014.

GUHA-SAPIR D.; HOYOIS PH.; BELOW. R. *Annual disaster statistical review 2013: The Numbers and Trends*. Brussels: CRED, 2014.

GWILLIAM, K. Cities on the move – ten years after. *Research in Transportation Economics*, 40(1), 3-18, 2013.

HADDAD, E. A.; TEIXEIRA, E. Economic impacts of natural disasters in megacities: The case of floods in São Paulo, Brazil. *Habitat International*, 45, 106-113, 2015.

HIPÓLITO, J. R.; VAZ, A.C. *Hidrologia e recursos hídricos*. IST Press: Lisboa, 2011.

IBGE. *Pesquisa de informações básicas municipais. Perfil dos municípios brasileiros 2013*. Rio de Janeiro: Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão / Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2014.

IPCC. *Managing the risks of extreme events and disasters to advance climate change adaptation*. A special report of working groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change: Cambridge: Cambridge University Press, 2012.

IPCC. *Climate change 2007: impacts, adaptation and vulnerability*. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Cambridge: Cambridge University Press, 2014.

JACOBI, P.R.; MONTEIRO, F. Social capital and institutional performance: methodological and theoretical discussion on the water basin committees in metropolitan Sao Paulo – Brazil. *Ambiente & Sociedade*, 9(2), 25-45, 2006.

JACOBI, P.R.; SCHULT, S.I.M.; BOHN, N. Ação e reação. Intervenções urbanas e a atuação das instituições no pós-desastre em Blumenau (Brasil). *Eure*, 39, 243-261, 2013.

JONKMAN, S.N.; KELMAN, I. An analysis of causes and circumstances of flood disaster deaths. *Disasters*, 29(1), 75-97, 2005.

KOKS, E.E.; JONGMAN, B.; HUSBY, T.G.; BOTZEN, W.J.W. Combining Hazard, Exposure and Social Vulnerability to Provide Lessons for flood Risk Management. *Environmental Science & Policy*, v. 47, p. 42-52, 2015.

KRYŽANOWSKI, A.; BRILLY, M.; RUSJAN, S.; SCHNABL, S. Review article: structural flood-protection measures referring to several European case studies. *Natural Hazards and Earth System Science*, 14, 135-142, 2014.

LAVELL, A. *La gestión local del riesgo: nociones y precisiones en torno al concepto y la práctica*. Guatemala: CEPREDENAC/PNUD, 2003.

LAZZARONI, S.; VAN BERGEIJK, P.A.G. Natural disasters' impact, factors of resilience and development: a meta-analysis of the macroeconomic literature. *Ecological Economics*, 107, 333-346, 2014.

LESKENS, J.G.; BRUGNACH, M.; HOEKSTRA, A.Y.; SCHUURMANS, W. Why are decisions in flood disaster management so poorly supported by information from flood models? *Environmental Modelling & Software*, 53, 53-61, 2014.

LEICHENKO, R. Climate change and urban resilience. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 3, 164-168, 2011.

LIMA, H. A engenharia hidráulica e de recursos hídricos, sociedade e o ambiente: uma relação de cumplicidade. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, 9(1), 235-238, 2004.

LLASAT, M.C.; MARCOS, R.; LLASAT-BOTIJA, M.; TURCO, M.; QUINTANA-SEGUÍ, P.; GILABERT, J. Flash flood evolution in North-Western Mediterranean. *Atmospheric Research*, 149, 230–243, 2014.

LOAYZA, N.V.; OLABERRÍA, E.; LUC CHRISTIAENSEN, J.R. Natural disasters and growth: going beyond the averages. *World Development*, 40(7), 1317–1336, 2012.

MARCELINO, E.V. *Desastres naturais e geotecnologias: conceitos básicos*. Caderno Didático n.º 1. Santa Maria: INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2008.

MATA-LIMA, H.; ALVINO-BORBA, A.; PINHEIRO, A.; MATA-LIMA, A.; ALMEIDA, J.A. Impactos dos desastres naturais nos sistemas ambiental e socioeconômico: o que faz a diferença? *Ambiente & Sociedade*, 16(3), 45-64, 2013.

MATA-LIMA, H.; ALVINO-BORBA, A.; AGUIAR, R.; DRUMOND, J. Factors affecting flood disaster in Small Island Development State and potential adaptation measures: The case of Funchal city, Portugal. *Environmental Quality Management*, 2016, 25(3). doi: 10.1002/tqem.21458.

MELLER, A.; PAIVA, E.M.C.D. Simulação Hidrodinâmica 1D de Inundações em Sistema de Drenagem Urbana. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, 12(2), 81-92, 2007.

MORAES, D.S. L.; JORDÃO, B.Q. Degradação ambiental e saúde humana. *Revista Saúde Pública*, 36(3), 370-374, 2002.

MUNICH RE 2011. *Natural catastrophes worldwide, 1980-2011*. Münchener Rückversicherungs-Gesellschaft, Geo Risks Research, NatCatSERVICE. http://www.preventionweb.net/files/24476_20120104munichre.pdf, [15 de março de 2015].

NORRIS, F.H.; STEVENS, S.P.; PFEFFERBAUM, B.; WYCHE, K.F.; PFEFFERBAUM, R.L. Community resilience as a metaphor, theory, set of capacities, and strategy for disaster readiness. *American Journal of Community Psychology*, 41(1–2), 127–150, 2008.

OLIVEIRA, G.G.; GUASSELLI, L.A. Relação entre a Suscetibilidade a Inundações e a Falta de Capacidade nos Condutos da Sub-bacia do Arroio da Areia, em Porto Alegre/RS. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, 16(1), 5-15, 2011.

ONU. Fatos sobre desastres. Rio+20 O futuro que queremos, Departamento de Informação Pública das Nações Unidas. Rio de Janeiro, 2012. <http://www.onu.org.br/rio20/desastres.pdf> [25 de agosto de 2015].

Rivera, C.; Wamsler, C. Integrating climate change adaptation, disaster risk reduction and urban planning: a review of Nicaraguan policies and regulations. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 7, 78-90, 2014.

- SABOIA, J. A Continuidade do Processo de Desconcentração Regional da Indústria Brasileira nos Anos 2000. *Nova Economia*, 23(2), 219-278, 2013.
- SAMPSON, R.J.; RAUDENBUSH, S.W.; EARLS, F. Neighborhoods and violent crime: a multilevel study of collective efficacy. *Science*, 277(5328), 918–924, 1997.
- SCHÄFFER, W.B.; ROSA, M.R.; AQUINO, L.C.S.; MEDEIROS, J.D. Áreas de Preservação Permanente e Unidades de Conservação & Áreas de Risco. O que uma coisa tem a ver com a outra? Relatório de Inspeção da área atingida pela tragédia das chuvas na Região Serrana do Rio de Janeiro. Brasília: MMA, 2011.
- SHWARTZ, A.; TURBÉ, A.; JULLIARD, R.; SIMON, L.; PRÉVOT, A-C. Outstanding challenges for urban conservation research and action. *Global Environmental Change*, 28, 39-49, 2014.
- SHARHOLY, M.; AHMAD, K.; MAHMOOD, G.; TRIVEDI, R.C. Municipal solid waste management in Indian cities – A review. *Waste Management*, 28(2), 459-467, 2008.
- SOLECKI, W.; LEICHENKO, R.; O'BRIEN, K. Climate change adaptation strategies and disaster risk reduction in cities: connections, contentions, and synergies. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 3, 135-141, 2011.
- ŠPITALAR, M.; GOURLEY, J.J.; LUTOFF, C.; KIRSTETTER, P.E.; CARR, N.; BRILLY, M. Analysis of flash flood parameters and human impacts in the US from 2006 to 2012. *Journal of Hydrology*, 519, 863–870, 2014.
- STEVAUX, J.C.; LATRUBESSE, E.M.; HERMANN, M.L.P.; AQUINO, S. Floods in urban áreas of Brazil. *Developments in Earth Surface Processes*, 13, 245-266, 2009.
- TINGSANCHALI, T. Urban flood disaster management. *Procedia Engineering*, 32, 25-37, 2012.
- TOMINAGA, L.K; SANTORO, J.; AMARAL, R. Desastres naturais: conhecer para prevenir. São Paulo: Instituto Geológico, 2009.
- TOYA, H., SKIDMORE, M. Economic development and the impacts of natural disasters. *Economics Letters*, 94, 20-25, 2007.
- TUCCI, C.E.M. Águas Urbanas. *Estudos Avançados*, 22(63), 97-112, 2008.
- UNDESA (2015). SIDS members states. <https://sustainabledevelopment.un.org/index.php?menu=1520> [13 de outubro de 2015].
- UNISDR. El GAR de bolsillo 2015. Hacia el desarrollo sostenible: El futuro de la gestión del riesgo de desastres. Ginebra: Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres (UNISDR), 2015.
- WATSON, V. The planned city sweeps the poor away...': urban planning and 21st century urbanization. *Progress in Planning*, 72, 151-193, 2009.

WORLD BANK & UNITED NATIONS. Natural hazards, unnatural disasters: the economics of effective prevention. Washington, DC: The International Bank for Reconstruction and Development/The World Bank, 2010.

ZOU, Q.; ZHOU, J.; ZHOU, C.; SONG, L.; GUO, J.; LIU, Y. The practical research on flood risk analysis based on IIOSM and fuzzy α -cut technique. *Applied Mathematical Modelling*, 36, 3271-3282, 2012.