

**Desastres tecnológicos: revisitando a discussão sobre a questão dos eventos de contaminação a partir da relação entre população, espaço e ambiente**

Thiago Fernando Bonatti (Programa de Pós-graduação em Demografia. Universidade Estadual de Campinas – Unicamp. E-mail: [thiago@nepo.unicamp.br](mailto:thiago@nepo.unicamp.br))

Roberto Luiz do Carmo (Departamento de Demografia. Núcleo de Estudos de População "Elza Berquó". Universidade Estadual de Campinas – Unicamp. E-mail: [roberto@nepo.unicamp.br](mailto:roberto@nepo.unicamp.br))

Palavras chave: Desastres tecnológicos; População e Ambiente; Contaminação.

## **Introdução**

Daniel Hogan (1989) afirma que a área de estudos sobre “População e Ambiente” não surgiu em decorrência da necessidade dos trabalhos científicos, mas sim da demanda de uma população que estava sendo afetada pelo processo de degradação ambiental. A contaminação ambiental decorrente de atividades humanas tem causado grandes impactos na população sob diversos aspectos, com implicações diretas, através de danos físicos, econômicos e sociais, e também danos a longo prazo, dado que a ação provocada por tais eventos continua a se propagar sobre os locais e populações atingidas, por períodos que ainda são dificilmente mensuráveis. Tratando especificamente dos desastres tecnológicos, que são situações nas quais a contaminação ocorre em larga escala, percebe-se que houve aumento dos casos registrados, principalmente em decorrência da adoção de novas tecnologias e recursos, mas que permanecem subjugados pela influência da má gestão no que diz respeito à administração do risco que lhes é imputado. Os estudos sobre desastres demonstram sua importância a partir do momento que se estabelece uma classificação dos mesmos possibilitando a identificação dos agentes causadores e dos responsáveis por esses eventos.

O presente trabalho propõe revisitar o conteúdo escrito por Daniel Hogan em 1989, sobre uma série de episódios de contaminação ambiental ocorridos no período entre 1950 e 1980, que segundo o próprio autor, não foram os mais graves e nem os primeiros incidentes, mas que permitiram uma nova percepção sobre a degradação ambiental (HOGAN, 1989), e de certa forma moldaram a percepção sobre a relação entre "população e ambiente". Propõe-se também, identificar como se deu o acompanhamento desses casos e as implicações sócio-demográficas de cada um ao longo do tempo.

Em um segundo momento, analisamos o desastre da Usina de Chernobyl, no propósito de verificar como eventos posteriores aos descritos por Hogan (1989) influenciaram as modificações nas discussões, legislação e opinião pública, e os impactos ambientais que causaram.

A partir da identificação desses desastres e processos de contaminação, verificaremos como isso afeta, nas circunstâncias atuais de urbanização e industrialização, principalmente no caso dos países em desenvolvimento, e mais especificamente no Brasil, onde em decorrência da expansão urbana, espaços previamente ocupados por indústrias ou outros agentes que causavam danos ao ambiente, e que deflagraram em algum

momento episódios de contaminação, são agora ocupados por moradias em busca da inserção no meio urbano, dando um novo panorama sobre as questões relacionadas à visibilidade e percepção desses eventos contaminantes pela população alocada nesses lugares. Citam-se os casos do Condomínio Barão de Mauá na Região Metropolitana de São Paulo e do bairro Mansões Santo Antônio em Campinas. São situações nas quais a contaminação deixa de ter a característica aguda do desastre tipicamente definido, mas continua impactando de maneira decisiva a vida de grupos populacionais por longo tempo.

### **A caracterização dos desastres: desastres criados pelo homem?**

A definição do que é desastre é muito importante para a compreensão das características dos eventos, dado que a frequência com a qual ocorrem, segundo Coleman (2006), tem aumentado exponencialmente. Segundo a ISDR (International Strategy for Disaster Reduction), órgão vinculado à Secretaria Geral da ONU, o desastre é caracterizado como:

“A serious disruption of the functioning of a community or a society involving widespread human, material, economic or environmental losses and impacts, which exceeds the ability of the affected community or society to cope using its own resources” (ISDR, 2007).

Para além das definições, outro ponto a ser compreendido frente à análise desses eventos, é a classificação que lhes é imputada, de modo que seja possível distinguir um desastre causado por um terremoto de um causado por vazamento de material radioativo, por exemplo. Nesse sentido, Lieber e Romano-Lieber (2005), apontam que os desastres vêm sendo classificados como desastres naturais e desastres provocados pelo homem ("man-made disaster"), ou desastres tecnológicos. Como apontam Pidgeon e O'Leary (2000), a busca pelas causas e definições dos acidentes de grande impacto, que têm se destacado ao longo dos últimos anos, pode ser considerada como a chave para que se possa compreender a interação entre a tecnologia e as falhas organizacionais.

Os desastres naturais, segundo definição de Baum et al, 1983, são eventos aos quais temos familiaridade, causados por alterações poderosas e repentinas de ordem climática e meteorológica, natural ou biológica. São eventos que não ocorrem em todos os lugares,

mas sim em certas áreas, e os eventos com vítimas, são ocasionais. (BAUM, FLEMING, DAVIDSON, 1983).

Já os desastres “causados pelo homem”, definição elaborada por Barry Turner em 1978, ajudaram a compreender muitos dos desastres industriais como tendo sua origem no âmbito gerencial e administrativo, e afirma basicamente que, embora os envolvidos possam ter boas intenções, com o objetivo de realizar as operações tecnológicas em segurança, essas podem ser subvertidas por fatores “normais” do componente organizacional (Pidgeon e O’Leary, 2000).

Segundo Coleman (2006), a importância da análise dos desastres tecnológicos se dá em decorrência de fatores como o impacto financeiro significativo que ocasionam, que se estendem para além do seu impacto imediato, afetando por exemplo, os valores das empresas ou atores envolvidos. Outro ponto seria a indicação de uma base de investigações populacionais relacionada aos riscos, fomentada por uma boa qualidade nos dados, de modo que processos internos não impeçam a visualização dos riscos globais, permitindo assim que avaliações de danos sejam bem executadas, dando base para ações e políticas públicas de saneamento e programas de prevenção. O âmbito político, da gestão, implica um monitoramento da intensificação dos riscos de acordo com a ampliação do desenvolvimento tecnológico e danos ao ambiente.

As bases de dados existentes sobre desastres têm auxiliado pesquisadores e tomadores de decisões, tanto para pesquisas quanto para planejamento de medidas mitigadoras. Entre as bases consolidadas, cita-se o caso do banco de dados internacional EM-DAT (*Emergency Events Database*), desenvolvido e é administrado pelo *Centre for Research on the Epidemiology of Disasters* (CRED) da Universidade de Louvain (Bélgica), com suporte da *Office of Foreign Disaster Assistance* (OFDA). Para ser contabilizado como um desastre no EM-DAT, é necessário que o desastre apresente: 10 ou mais óbitos; 100 ou mais pessoas afetadas; declaração de estado de emergência e pedido de auxílio internacional (EM-DAT, s/d).

A principal vantagem da utilização dessa base de dados é sua abrangência internacional, resultando em uma determinada padronização nos conceitos relacionados aos desastres. O EM-DAT classifica os desastres em dois grandes grupos: naturais e tecnológicos<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Informação disponível em: <http://www.emdat.be/classification>. Acesso em: 02 mar. 2016.

Quanto aos desastres naturais, os subtipos de desastres são: geofísicos, meteorológicos, hidrológicos, climatológicos, biológicos e extraterrestres. Já os desastres tecnológicos envolvem três subtipos de desastres: acidentes industriais (desastres tecnológicos de natureza industrial, que envolve edifícios industriais. São classificados como: derramamento químico, colapso, explosão, incêndio, vazamento de gás, radiação e outros), acidentes de transporte (que envolvem modos mecanizados de transporte. É composto por 4 subconjuntos de desastres: transporte pelo ar, estradas, trilhos e água) e acidentes diversos (que descrevem acidentes tecnológicos que não são de natureza industrial e de transporte, composto pelos subconjuntos: colapso, explosão, incêndio e outros).

No Brasil, segundo o Manual de desastres humanos de natureza tecnológica, elaborado pelo Ministério da Integração Nacional (BRASIL, 2004), os desastres humanos são considerados consequências indesejáveis:

“do desenvolvimento tecnológico, quando não existe preocupação com o desenvolvimento sustentado; dos riscos relacionados com o desenvolvimento industrial, quando a segurança industrial e a proteção do ambiente contra riscos de contaminação são descuidadas; da intensificação das trocas comerciais e do conseqüente incremento do deslocamento de cargas perigosas; de concentrações demográficas elevadas, em áreas urbanas, quando as mesmas não são dotadas de uma infraestrutura de serviços essenciais compatível e adequada; de desequilíbrios nos inter-relacionamentos humanos de natureza social, política, econômica e cultural; do relacionamento desarmonioso do ser humano com a sociedade e com os ecossistemas urbanos e rurais; de deficiências dos órgãos promotores de saúde pública, muitas vezes agravados pelo pauperismo, por desequilíbrios ecológicos e sociais e por carência na estrutura de saneamento ambiental” (BRASIL, 2004, p.11).

Segundo esse Manual, os desastres humanos de natureza tecnológica são classificados como: Desastres Siderais de Natureza Tecnológica; Desastres Relacionados com Meios de Transporte, sem Menção de Risco Químico ou Radioativo; Desastres Relacionados com a Construção Civil; Desastres de Natureza Tecnológica Relacionados com Incêndios; Desastres de Natureza Tecnológica Relacionados com Produtos Perigosos; Desastres Relacionados com Concentrações Demográficas e com Riscos de Colapso ou Exaurimento de Energia e de outros Recursos e/ou Sistemas Essenciais (BRASIL, 2004).

## Contexto mundial dos desastres tecnológicos

Segundo o EM-DAT, analisando o período de 1900 até 2015, foram contabilizados em sua base de dados 8.170 desastres tecnológicos. Observa-se na Figura 1 um aumento no número de ocorrências de desastres tecnológicos a partir de 1970 e crescimento expressivo dos casos a partir de 1986.

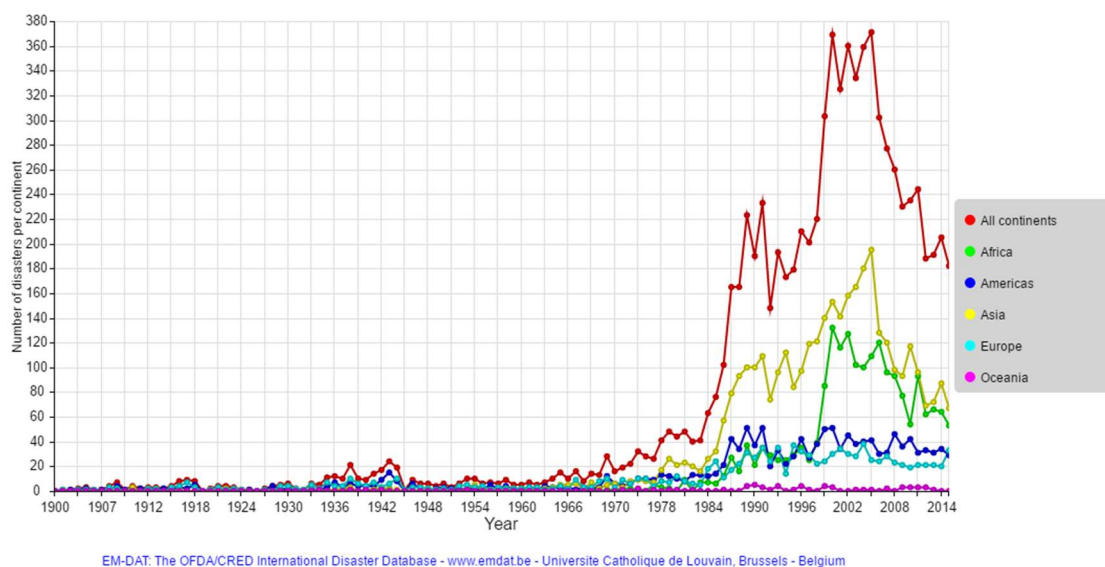


Figura 1. Número de desastres tecnológicos no mundo e por continente (1900 – 2015).  
Fonte: EM-DAT (1900-2015).

Coleman (2006) analisa dados do EM-DAT para 30 países que são membros atuais da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), uma vez que a maioria das indústrias mundiais se localizam em países da OCDE. Além disso, o autor compara os dados do EM-DAT com o “*Emergency Management Australia*”, banco de dados nacional. Segundo o autor, até 1970, os desastres tecnológicos eram considerados eventos raros, e em sua maioria, explosões. O número de desastres tecnológicos nos países industrializados aumentou exponencialmente, principalmente após a década de 1970, devido, em grande parte ao crescimento do número de incêndios e explosões, e especialmente devido ao aumento da utilização de novas tecnologias, como produtos químicos e energia nuclear.

Dado o aumento do número de casos de desastres tecnológicos, o número de óbitos também aumentou a partir de 1970. No entanto, observa-se na Figura 2 uma redução acentuada na severidade dos desastres, a partir da análise do número médio de óbitos por desastre.

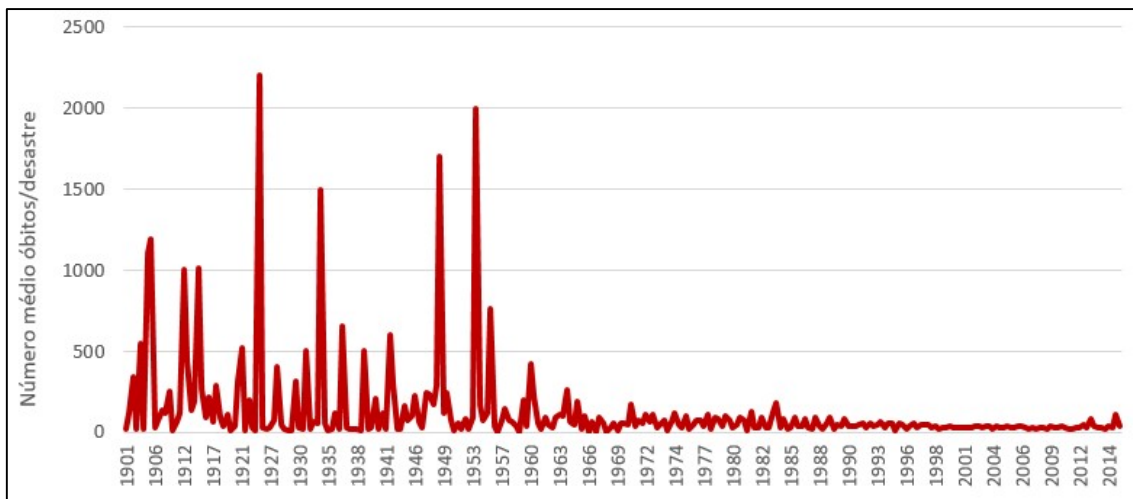


Figura 2. Número médio de óbitos por desastre no mundo (1900 – 2015). Fonte: EM-DAT (1900-2015).

No debate sobre os desastres tecnológicos, recuperamos o trabalho desenvolvido por Hogan (1989), que propõe visualizar, através de determinados eventos, a formulação do debate sobre o tema população e ambiente, buscando a relação entre a dinâmica demográfica e as mudanças ambientais. Esses eventos demonstram as transformações da análise sobre os desastres tecnológicos ao longo do tempo e suas implicações em termos de aspectos ambientais, econômicos, sociais e demográficos, ajudando a compreender o caminho percorrido para que fosse possível analisar os eventos contemporâneos. Evidenciam-se ainda, os fatos decorrentes dos desastres aqui abordados, nos âmbitos acima citados, de modo a verificar-se quais medidas foram tomadas frente aos impactos causados por esses eventos, quais danos causaram e, se o fizeram, de que maneira contribuíram para o debate sobre o tema.

### **Desastres dos anos 1950-1960**

**Donora, 1948** – Episódios agudos de poluição atmosférica surgiram como os primeiros alertas à opinião pública. O episódio ocorrido com esta pequena cidade da Pensilvânia, nos EUA, levou à primeira pesquisa sistemática quanto às consequências para a saúde humana da poluição atmosférica. Nos trabalhos realizados verificou-se que metade de todos os adultos da cidade foram afetados pela poluição de alguma maneira. Sobre os diferenciais de contaminação, a diferença entre os sexos não era significativa, entre a população negra a incidência era menor, embora os afetados tenham apresentado sintomas mais agudos. O maior impacto foi verificado nos diferenciais por idade, onde os mais velhos foram os mais afetados. Não foram questionados, no entanto, a exposição

crônica da população aos contaminantes, assim como não houve uma investigação sobre as condições socioeconômicas frente à possibilidade de os indivíduos serem afetados. Hogan afirma que houve uma constante “invisibilidade de distinções sociais na questão ambiental” (HOGAN, 1989, p.12) no decorrer dos anos.

Donora foi um dos casos mais conhecidos e impactantes sobre contaminação e poluição, desencadeando reações da população e da opinião pública frente à tecnocracia, exigindo que medidas fossem tomadas para combater casos semelhantes, impulsionando a criação das primeiras leis locais e estaduais sobre o controle da poluição, e posteriormente, em 1970, a implementação nos EUA do “The Clean Air Act”, que tinha por objetivo a proteção da saúde e o bem-estar públicos e a regulação das emissões de contaminantes e poluentes do ar (EPA, 2015). Mais de 60 anos depois do ocorrido, e contando com pouco mais de 5.600 habitantes, a cidade criou o “Donora Smog Museum”, cujo lema é “Clean Air Started Here”<sup>2</sup>.

**Londres, 1952** – Um episódio de poucos dias de inversão térmica causou a morte de quatro mil pessoas e chocou a opinião pública. As mortes por doenças respiratórias, principalmente de crianças e idosos, somadas a mensurações ineficientes, não foram imediatamente associadas a um episódio distinto dos padrões normais na poluição do ar.

Depois do ocorrido, apresentando taxas de mortalidade cerca de três vezes maiores do que o normal para o período, o episódio do nevoeiro de poluição sobre Londres tornou-se um dos principais impulsionadores dos estudos da epidemiologia referentes à poluição do ar, proporcionando que houvessem pesquisas em saúde pública sobre os impactos da poluição e como esta poderia estar ligada às alterações nas taxas de mortalidade (BELL, DAVIS, 2001). Foram constatadas ainda alterações na razão de sexo, relacionando o período em que houve a incidência do *smog* sobre Londres e os nascimentos ocorridos 320 dias depois, onde segundo W. R. Lyster, nasceram 109 crianças do sexo masculino e 144 do sexo feminino (LYSTER, 1974).

**Minamata, 1956** – Quatro casos de desordens neurológicas não foram associados a eventos que vinham ocorrendo desde o início da década, como o caso de gatos que apresentaram convulsões paroxísmicas, doença que ficou conhecida como “doença dos gatos dançantes”. Os casos da doença multiplicaram-se rapidamente, o que fez com que um grupo de pesquisa fosse organizado, e acabou por descobrir que a “doença” era na

---

<sup>2</sup> Disponível em: <http://www.nytimes.com/2008/11/02/us/02smog.html>. Acesso em 27 mar. 2016.



verdade um envenenamento por algum metal pesado, sendo o mercúrio o principal suspeito, mas somente em 1960 o composto foi identificado em crustáceos da Baía de Minamata. Em 1969, a indústria química Chisso, que já vinha sendo investigada, foi processada num julgamento que concluiu que a empresa permaneceu disseminando a contaminação até 1968. Até dezembro de 1974 foram identificados 798 casos oficiais, 107 mortes e 2800 casos que aguardavam confirmação.

Minamata representou um grande passo frente às discussões sobre a liberação de dejetos industriais no ambiente, mais especificamente o mercúrio. Deu origem em 2013 à “Convenção de Minamata sobre Mercúrio”, um tratado gerido pela UNEP (*United Nations Environment Programme*), órgão vinculado à ONU, que visa a proteção da saúde humana e do ambiente dos efeitos adversos do mercúrio, com o objetivo de colaborar com os países e localidades envolvidas e associadas a monitorar o “ciclo de vida” do mercúrio, incluindo controles para a redução da utilização da substância em produtos, processos industriais e indústrias nas quais o mercúrio é utilizado. Trata também das questões da exploração, mineração, importação, exportação e o armazenamento seguro. Colabora ainda na identificação de populações expostas ao risco, ampliando os cuidados médicos e fornecendo melhor treinamento, relacionado aos efeitos causados pelo mercúrio, aos profissionais de saúde.

Esses incidentes se tornaram emblemáticos para uma nova percepção, ainda que não tenham sido considerados até então como um problema social. Ocorreram num contexto de favorável comunicação, que tornou possível o acompanhamento de desastres locais por todo o mundo, e segundo Hogan (1989), se deram em contextos de “maturidade” e independência das instituições de saúde, possibilitando investigações aprofundadas sobre estes casos ocorridos.

Hogan (1989) destaca que os eventos eram tratados de maneira singular, sem serem relacionados a outros eventos semelhantes, no contexto dos problemas ambientais, mas deram início a ações e publicações que buscavam relacionar os desastres ocorridos. Aponta ainda que esses desastres, mesmo que tenham gerado discussões no âmbito ambiental, não questionavam a “ideologia e o progresso da tecnologia” (HOGAN, 1989, p.21), sendo analisados como parte do processo de desenvolvimento, e os trabalhos realizados para combater a contaminação, como um modelo de “resposta” a “novos desafios” impostos pela modernização. A própria atitude dos setores públicos e privados girava em torno de negar o ocorrido e de acalmar a população. Não havia planos de

avaliação dos desastres e nem de emergência, e o cenário que se reproduzia era o das indústrias negando responsabilidade e restringindo informações sobre os eventos.

Sobre este primeiro período, a “explosão demográfica” é o que caracterizava o debate populacional e no contexto da relação entre população e ambiente, o que se observava era a crescente percepção da relação entre saúde e “fatores de degradação ambiental” (HOGAN, 1989, p.22), dando destaque para a preocupação dos cientistas sobre as implicações das contaminações do ar e da água sobre a saúde.

O autor destaca que a área de “população e ambiente” não surgiu em decorrência da necessidade dos trabalhos científicos, mas sim da demanda de uma população que estava sendo afetada pelo processo de degradação ambiental. Hogan (1989) afirma que a primeira resposta da Demografia para a questão foi a “equação malthusiana”, sendo as questões ambientais consequência da “explosão demográfica”. Porém, para além dos pesquisadores que Hogan (1989) chama de “alarmistas”, haviam os “progressistas”, que viam o crescimento demográfico como um dos fatores agravantes dos problemas ambientais, mas não como a causa destes. As consequências das “doenças ambientais” para a fecundidade e a mortalidade não foram reconhecidas naquele momento pelos demógrafos, não havendo percepção de uma nova modalidade de análise.

Entretanto, o surgimento das questões ambientais colocava em cheque os avanços tecnológicos a partir da observação dos casos citados anteriormente, e dos procedimentos adotados para reparar os danos causados. Muitas vezes, as atitudes tomadas visavam reparar os danos causados através da substituição dos agentes causadores das doenças, como no caso de Minamata, e desenvolvendo um aparato tecnocrata de análise e saneamento.

### **Desastres dos anos 1970 -1980**

Nesse período, Hogan (1989) destaca o caso do **Love Canal**, onde analisa o processo industrial, que gerou contaminação devido à exposição de trabalhadores e da população aos efeitos de substâncias tóxicas, e por fim, o despejo de resíduos no ambiente. Nesse local, a Hooker Chemical teria despejado 21.800 toneladas de resíduos tóxicos, doando posteriormente o terreno em que desenvolvia suas atividades para a construção de uma escola, ainda que houvesse cláusulas na escritura da doação absolvendo a empresa de futuros problemas com os resíduos ali descartados.

Ao longo dos anos foram sendo identificados casos de abortos espontâneos, defeitos congênitos, irritações de pele, câncer, entre outros problemas, o que segundo Hogan, não foi percebido como um fenômeno coletivo, mas casos esporádicos individuais. Somente em 1977, após longo período de chuvas e neve, os líquidos do canal vazaram e invadiram as casas do bairro próximo, causando danos a árvores e jardins, fazendo com que crianças e animais de estimação ficassem doentes com maior frequência. As autoridades locais, relutando em confrontar uma indústria local poderosa, continuavam a afirmar que tudo estava dentro da conformidade. Após anos de investigação, identificou-se que havia contaminação no local por benzeno, além de outras substâncias, que despejadas no canal e combinadas, podem ter gerado outras substâncias desconhecidas.

O desastre de Love Canal nos EUA seguiu os mesmos princípios dos desastres citados anteriormente, de ocorrência de um evento deflagrador, e que por conta da inépcia dos envolvidos tardou em ser investigado, causando danos de diversas ordens.

Após um período de investigações, em 1980, o presidente Carter assinaria uma lei que ordenava a evacuação das famílias residentes na região. A LCHA (*Love Canal Homeowners Association*), fundada pelos moradores após perceberem casos concentrados de doenças, em associação com três cientistas da Universidade de Buffalo, aplicaram um *survey* na comunidade, onde foram identificadas deficiências em mais da metade dos nascimentos no período de 5 anos em que o estudo foi realizado, e as chances de aborto espontâneo estavam entre 50 e 70%, além do aumento de doenças do sistema nervoso. Em decorrência do Love Canal e outros casos semelhantes, foi criada uma nova legislação ambiental nos EUA, criando um “superfundo” para indenizações e recuperação ambiental das áreas afetadas, assim como uma lei que garantia o direito de conhecimento prévio das pessoas sobre o que está instalado nas suas vizinhanças. Atualmente, o LCHA é uma coalisão nacional que promove conferências sobre os efeitos da dioxina na população. (HERCULANO, 2001)

**Nuvem tóxica sobre Seveso** – Em 1977, na cidade de Seveso na Itália, o reator de uma unidade da indústria ICMESA (*Industrie Chimice Meda Societa Anonima*) aqueceu e causou uma explosão, gerando uma nuvem tóxica sobre a cidade, descobrindo-se posteriormente que era formada por Dioxina, que segundo Hogan, trata-se de uma das substâncias conhecidas mais perigosas. O que chama a atenção para esse desastre foi o despreparo da indústria e do poder público em tomar medidas emergenciais. A delimitação das áreas contaminadas, os níveis de contaminação e os procedimentos

adotados foram obscurecidos pela “vacilação, politicagem e displicência” dos envolvidos (HOGAN, 1989, p.33).

As taxas de mortalidade não apresentaram grandes diferenças na população das áreas contaminadas em relação à população referência, entretanto, ocorrências incomuns foram observadas. Na área com maior incidência de contaminação, houve aumento da mortalidade masculina por doenças cardiovasculares. Nas mulheres, foi observado aumento nos casos de hipertensão e cardiopatias reumáticas crônicas. A análise anual realizada desde o acidente demonstrou aumento na incidência de câncer de estômago e fígado em mulheres com mais de 10 anos. (BERTAZZI, 1998). Um fato importante, observado somente após algum tempo depois do acidente, foi a mudança na razão de sexos dos descendentes das pessoas expostas. Em estudo realizado por PESATORI et al (2003), em nove famílias investigadas, cujos pais estiveram expostos à contaminação em 1976, a razão de sexo foi de 12 mulheres para 0 (zero) homens. O Estudo foi posteriormente estendido até 1996, confirmando esses resultados, de uma alteração na razão de sexo com predominância de mulheres.

**Bhopal, 1984** – um vazamento de gás venenoso se espalhou rapidamente pela cidade indiana de Bhopal, oriundas da empresa Union Carbide of India, causando mais de 2500 mortes nos dias próximos ao vazamento. Uma explosão nos tanques de armazenamento de MIC (isocianato de metila) liberou 25.000 toneladas do gás no ambiente. Meses após o ocorrido, cerca de 50.000 pessoas ainda sofriam com os efeitos da contaminação, e eram recorrentes os casos de cegueira e problemas respiratórios decorrentes das propriedades químicas do composto. Foi um dos mais graves acidentes industriais da história, tornando-se símbolo da “fragilidade compartilhada do mundo moderno” (HOGAN, 1989, p.37).

Em Bhopal, nas mais de 2500 mortes diretas causadas pela tragédia, a maioria foi em decorrência de edema pulmonar, sendo que milhares de pessoas sofreram com sintomas oculares e respiratórios. Segundo Nemery (1996), talvez o maior legado de Bhopal tenha sido o sofrimento suportado, sem compensação, pelas vítimas. O autor comenta que através do incidente, foi possível identificar a importância da prevenção adequada sobre os riscos industriais e as implicações que a exportação de produtos químicos perigosos geram sobre os processos de trabalho em países em desenvolvimento (NEMERY, 1996).

Esses desastres figuram frequentemente nas listas e trabalhos sobre os eventos mais importantes ou que geraram maior repercussão na sociedade, de modo a chamar a atenção não só da opinião pública, mas de órgãos regulamentadores e gestores, para os problemas que envolvem a disseminação de eventos deflagradores de danos à saúde e ao ambiente.

É importante identificar aqui a contribuição e a fundamentação teórica apontada por Hogan (1989), em torno da emergência da questão ambiental e da análise dos desastres realizada a partir desse ponto. O objetivo de Hogan foi identificar, à luz da dinâmica demográfica, as primeiras análises sobre os impactos dos desastres, ou seja, “como processos populacionais alteram o ambiente, e como fatores ambientais influenciam na dinâmica demográfica”, abrindo espaço para uma nova percepção, mas que ainda não era compreendida como um problema social. Na sequência, identifica que a posição de compreensão e saneamento dos problemas relacionados ao desenvolvimento tecnológico, ou a percepção sobre o risco frente aos desastres, manteve seu caráter tecnocrata, atentando para a dependência que a sociedade desenvolvia em torno de processos danosos ao ambiente e a ela própria, fazendo com que fosse inserida, sem uma análise prévia, numa situação de risco.

### **Anos 1980 – Dias atuais**

Após vários acidentes graves ocorridos na década de 1980, e confirmando a necessidade de conscientização sobre os riscos tecnológicos frente às pessoas e ao ambiente, a ONU declarou que a década de 1990 seria a “Década Internacional para Redução dos Desastres”. Promovendo a reorganização de órgãos internacionais de gestão de emergências, criou o Departamento de Assuntos Humanitários, visando uma atuação mais direta e efetiva em relação aos casos de desastres. E muito embora o direcionamento fosse maior em relação aos desastres naturais, a partir da metade dos anos 1990, foram incluídos também os desastres tecnológicos no campo de ação. É nesse âmbito que descrevemos a seguir o caso ocorrido em Chernobyl, no então Bloco Soviético (hoje Ucrânia), pois demonstra uma nova alteração na relação da população com o risco, e desencadeou reações em diversos meios, sejam eles sociais, políticos ou tecnológicos, frente à incorporação de fontes energéticas, e que acabou por deflagrar impactos profundos no ambiente, no espaço e na população.

Outro ponto importante, para o qual o desastre apontado chama a atenção, é para a discussão em torno das definições e classificações dos desastres, que vão permear as

questões sobre a análise e percepção dos riscos e eventos deflagradores. A aproximação desses eventos com os desastres tecnológicos, amplia o escopo da discussão sobre componentes, causas e consequências desse tipo de desastre, possibilitando o aprofundamento sobre a temática e melhorando as condições de análise desenvolvidas.

## **Chernobyl**

Posterior ao acidente ocorrido em Bhopal, tido até então como o pior desastre tecnológico já registrado, em 26 de abril de 1986 ocorre o acidente na usina nuclear de Chernobyl, na Ucrânia (então União Soviética), onde após a explosão de um reator, uma nuvem de material altamente radioativo foi liberada no ambiente. Embora as autoridades tenham realizado operações de combate e evacuação da população que vivia em localidades próximas ao evento, milhares de pessoas foram expostas aos efeitos da nuvem radioativa. E foi somente após a identificação pela Suécia de níveis excessivos de radiação na atmosfera, que as autoridades soviéticas admitiram oficialmente o acidente.

Apesar das atitudes tomadas, o número de mortes ocasionadas pelo acidente não pôde ser precisamente quantificado. Estima-se que tenham ocorrido mais de 4.000 mortes, e cerca de 600.000 pessoas contaminadas diretamente (SILEI, 2014).

Um dos grandes pontos do desastre em Chernobyl é que ele chamou a atenção tanto das autoridades quanto da opinião pública, para os riscos em torno não somente das armas nucleares, ponto colocado em questão principalmente durante o período da Guerra-Fria, mas também para os riscos na exploração de energia nuclear. Na Itália, por exemplo, após um referendo em 1987, decidiu-se abandonar a utilização da energia nuclear para “uso civil” e descontinuar as instalações nucleares que foram construídas até aquele momento. A Agência Internacional de Energia Nuclear adotou uma escala, de níveis 1 a 7, para analisar o impacto dos eventos nucleares, sendo que o desastre de Chernobyl alcançou o nível 7. Identificou-se assim a necessidade de implementação de leis de segurança internacional, e após a dissolução do bloco soviético, os esforços se concentraram em monitorar as atividades de produção de energia e armazenamento de resíduos nucleares.

Ainda assim, ocorreram acidentes como o da usina de reprocessamento (enriquecimento de urânio) de Tokaimura no Japão, em 1999; o desligamento de um reator nuclear na Suécia, em 2006; e o acidente na usina de Fukushima, Japão, em 2011, classificado como nível 7, e ocasionado em decorrência de um tsunami posterior a um terremoto. (SILEI, 2014)

## **Os casos brasileiros**

No contexto dos desastres tecnológicos, encontramos similitudes em eventos ocorridos no Brasil frente aos levantados acima, que tangenciam também a relação entre desenvolvimento tecnológico e danos ao ambiente, além do aumento da exposição ao risco. Destacamos abaixo quatro casos:

**Goiânia** - Em 1985, após a transferência de prédio do Instituto Goiano de Radioterapia, um dos equipamentos utilizados foi deixado no local onde o Instituto funcionava. O local sofria com o abandono, até que em 1987, dois catadores de papel levaram parte do equipamento deixado no local para suas casas, com o intuito de vende-las a um ferro-velho. Com a blindagem de chumbo violada, os dois catadores já de imediato começaram a sentir diarreia e vômitos. Parte da blindagem vendida chamou a atenção do proprietário do ferro velho e de seus familiares, por conter uma “luz azul”. O pedaço de metal, que na verdade continha Césio-137 (a luz azul), foi levado de ônibus pelos familiares do dono do ferro velho, que também sofriam com sintomas como os anteriores, além de cansaço e mal-estar, à Vigilância Sanitária do município, onde trabalhavam cerca de 81 pessoas no momento, e permaneceu lá por algum tempo.

A tal “luz azul” era uma pastilha de sal de cloreto de césio (Cs-137), que ficava dentro de uma cápsula metálica de 3,6cm de diâmetro por 3,0cm de altura. Quando as autoridades atentaram para o caso, cerca de três dias depois do material ter sido deixado no prédio da Vigilância Sanitária, a primeira providência foi concretar o local onde a substância se encontrava. O imenso volume de rejeitos radioativos ocasionou a demolição de diversos imóveis, remoção de camadas do solo de alguns terrenos, e cerca de 200 pessoas tiveram de ser imediatamente evacuadas. Cerca de um mês após o acidente, quatro pessoas já haviam falecido. Segundo a Associação de Vítimas do Césio 137, até 2012, mais de seis mil pessoas foram afetadas pela radiação e sessenta já morreram em decorrência do acidente (OKUNO, 2013)

**Bairro Mansões Santo Antônio, Campinas** - No bairro Mansões Santo Antônio em Campinas, São Paulo, instalou-se em 1973 a empresa Proquima Produtos Químicos LTDA, que realizava a recuperação de resíduos químicos como cetonas, alcoóis, glicóis, entre outros, que se dispunham no seu pedido de licença de funcionamento, mas ocultava, porém, a manipulação de solventes, como o Cloreto de Vinila. Junto a ela, ao seu redor, foram se estabelecendo moradias, que foram aumentando com o decorrer dos

anos. Através de ações irregulares, inúmeras reclamações de moradores em relação ao odor e fumaça provenientes da indústria, a possibilidade de liberação irregular de resíduos na água através de ligações irregulares para a rede de águas pluviais, e sofrendo diversas autuações, a Proquima encerrou suas atividades em 1996, vendendo posteriormente para a construtora Concima S.A. Construções Civis, dois lotes onde a empresa ficava sediada, para a construção de 396 apartamentos (CAMPOS, 2011).

Entretanto, após a construção do primeiro bloco de apartamentos, sendo que um deles já estava sendo ocupado, a empresa CONCIMA foi autuada pela CETESB, sob suspeita de estar realizando a construção em terreno contaminado. Foram iniciados alguns trabalhos de diagnóstico ambiental na área, mas que posteriormente foram interrompidos. Em 2011, a Prefeitura Municipal de Campinas interditou o bloco ocupado do empreendimento, e os moradores foram orientados a desocupar os imóveis, devido a riscos à saúde e ao meio ambiente. Em 2013, foram retomados os estudos de avaliação do nível de contaminação do lençol freático e do solo na região do loteamento no bairro Mansões Santo Antônio, e após laudo emitido pela empresa AECOM do Brasil LTDA., foram encontradas grandes concentrações de compostos químicos como Cloreto de Vinila e Benzeno. (PMC, 2014).

**Condomínio Barão de Mauá, SP** - Em 2000, um operário morreu e outro ficou gravemente ferido enquanto efetuavam reparos, após uma explosão no subsolo do Condomínio Barão de Mauá, localizado no Município de Mauá, Estado de São Paulo. As investigações sobre o caso constataram que havia no local a presença de quarenta e quatro compostos orgânicos voláteis, entre eles o Benzeno e outros elementos cancerígenos (FIOCRUZ, 2010). O condomínio foi construído sobre uma área que abrigava anteriormente um espaço de descarte industrial da Companhia Fabricadora de Peças – Cofap. Levantamentos realizados pelas entidades responsáveis identificaram no local a deposição de substâncias que originaram a explosão, e que podem desencadear diversas doenças.

**Aterro Mantovani, Santo Antônio de Posse, SP** - Localizado no quilometro 147 da rodovia Campinas-Mogi Mirim, em Santo Antônio de Posse, o Aterro Mantovani recebeu cerca de 320 mil toneladas de resíduos tóxicos, originários de diversas corporações entre 1974 e 1987. As operações iniciaram no local quando ainda não havia uma regulamentação da atividade, e quando a lei foi criada, a licença de operações para o local era restrita a apenas algumas substâncias, o que foi descumprido por diversas empresas. Em 1985 iniciou-se o monitoramento do local e em 1987 o aterro foi fechado. Os resíduos



afetaram toda a região, onde residiam pequenas e médias propriedades cujos moradores desenvolviam agricultura familiar e utilizavam água do lençol freático, altamente afetado pela contaminação de metais pesados, solventes, entre outros produtos. Estima-se que os impactos causados possam ter afetado cerca de 600 mil pessoas. (FIOCRUZ, 2010).

### **Desastres tecnológicos, urbanização e os incidentes no Brasil.**

É mais comum, no Brasil, estarem em evidência desastres classificados como naturais, uma vez que eventos desse tipo deflagram grandes impactos imediatos na população atingida, e são decorrentes da maneira pela qual o espaço afetado foi ocupado, na maioria das vezes, por razões econômicas, desconsiderando fatores relacionados ao relevo desses locais, assim como a presença de rios e córregos, entre outros elementos. (CARMO; ANAZAWA, 2014).

Entretanto, eventos de ordem tecnológica têm afetado recorrentemente a população desde que o processo de desenvolvimento tecnológico e de expansão urbana tomaram grandes proporções, desencadeando episódios de acidentes que frequentemente vêm à tona, demonstrando, muitas vezes, irregularidades na implantação de indústrias e na gestão dos riscos implícitos, assim como no desenvolvimento de atividades que demandam cuidados maiores e mais eficazes, em função dos danos que podem causar.

Observa-se que os problemas causados pelos desastres tecnológicos não são circunscritos aos impactos imediatos, já que os efeitos resultantes dos acidentes permanecem sobre a população atingida por um prazo de tempo muitas vezes indeterminado. O próprio acompanhamento e as ações de saneamento sobre os efeitos desse tipo de incidente são prejudicados pelo desconhecimento do tempo de atuação e dos efeitos disseminados.

Esses fatores evidenciam que o crescente processo de urbanização, que concentra a maior parte da população brasileira nas cidades, não contou com o desenvolvimento da infraestrutura necessária para que houvesse uma ocupação regular e planejada, atingindo em um primeiro momento, a população de baixa renda (CARMO; ANAZAWA, 2014). Porém, em casos como o do Bairro Mansões Santo Antônio em Campinas, por exemplo, verifica-se que a ocupação de um espaço inapropriado se deu por uma gama da população com uma renda maior, influenciada pelo capital imobiliário e sem prévia análise dos problemas ali concentrados, desconsiderando os riscos existentes num local que anteriormente recebia rejeitos químicos. O que possibilita enquadrar esses eventos no âmbito dos desastres tecnológicos é a ação contínua de agentes contaminantes, a partir de

um evento deflagrador, decorrente da falta de planejamento e má gestão, tanto das atividades desenvolvidas, quanto do espaço em questão, que desencadearam danos à população e ao meio que habitam.

Desse modo, verifica-se uma relação de proximidade dos eventos apontados anteriormente, de impacto mundial, seja por suas consequências ou pela reação da opinião pública, com os eventos ocorridos no Brasil. O que se evidencia é um processo de avaliação e de gestão dos riscos com grandes falhas, levantando questionamentos sobre a ação tecnocrata e do capital frente ao ambiente e à sociedade, implicando que novas medidas de avaliação e monitoramento sejam tomadas, através de políticas públicas, legislação e ações governamentais, no propósito de coibir eventos que ocasionam efeitos devastadores tanto sobre o ambiente quanto pela população afetada.

### **Considerações finais**

Ainda que trabalhos estejam em desenvolvimento, e o campo de análise seja cada vez mais amplo, ainda há muitas dúvidas ao redor dos efeitos dos desastres tecnológicos. Os estudos e o monitoramento desses incidentes são de mais difícil execução, e a mensuração real dos danos causados se torna sujeita a um acompanhamento longitudinal das áreas e indivíduos afetados.

Observou-se que há um notável aumento dos desastres tecnológicos a partir da década de 1980 segundo dados do EM-DAT, o que pode significar que de fato, houve ampliação dos incidentes, em decorrência da incorporação de novas tecnologias, principalmente a países em desenvolvimento, que estão muitas vezes sujeitos à imputação de riscos que os países já desenvolvidos conseguiram superar. Ou então, esse aumento pode significar que estes países tenham encaminhado atividades de maior risco aos países em desenvolvimento, evitando a implementação de atividades de grande periculosidade e risco de contaminação dentro dos seus territórios.

Verificou-se que os acidentes que têm ocorrido com maior frequência são os relacionados a eventos já conhecidos como incêndios e explosões, demonstrando que há falhas no processo de controle e avaliação dos riscos e desastres. E embora a média de indivíduos afetados pelos desastres tenha diminuído, a incidência de desastres aumentou exponencialmente, de acordo com o desenvolvimento tecnológico, o que aponta, portanto, para a insuficiência da gestão dos riscos.

## **Bibliografia**

ANDRADE, F. R. D. Terremotos e Tsunamis no Japão. **REVISTA USP**, São Paulo, SP, n. 91, p. 16-29, set./nov.2011.

BAUM, A. FLEMING, R. DAVIDSON, L. Natural Disaster and Technological Catastrophe. **Environment and Behavior**. Vol.15, N.3. Sage Publications Inc., 1983.

BELL, M. L., DAVIS, D. L. Reassessment of the Lethal London Fog of 1952: Novel Indicators of Acute and Chronic Consequences of Acute Exposure to Air Pollution. **Environmental Health Perspectives**. Vol. 109. Supplement 3. June, 2001.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. Secretaria Nacional de Defesa Civil. **Manual de desastres humanos: desastres humanos de natureza tecnológica – v. 2. – I parte**. Brasília : MI, 2004. 452p.

BUESSELER, K. AOYAMA, M. FUKASAWA, M. Impacts of Fukushima Nuclear Power Plants on Marine Radioactivity. **Environmental Science and Technology**, p. 9931-9935. American Chemical Society, 2011.

CAMPOS, F. R. Comunicação de risco e vulnerabilidade do lugar no bairro Mansões Santo Antônio, Campinas. In: MARANDOLA, E.; HOGAN, D. J.(Org.). **Textos Nepo 62 – Vulnerabilidade do lugar e riscos na região metropolitana de Campinas**. NEPO/UNICAMP, Campinas, 2011

CARMO, R. ANAZAWA, T. Mortalidade por desastres no Brasil: o que mostram os dados. In: **Ciência & Saúde Coletiva**, n.19(9). p. 3669-3681, 2014.

COLEMAN, L. Frequency of Man-Made Disasters in the 20th Century. **Journal of Contingencies and Crisis Management**. Vol. 14. No. 1. Blackwell Publishing Ltd., Mar. 2006.

Emergency Database (EM-DAT). **OFDA/CRED The Office of Foreign Disaster Assistance/Centre for Research on the Epidemiology of Disasters** - Université Catholique de Louvain, Brussels, Belgium. (s/d.). Disponível em: <<http://www.emdat.be/natural-disasters-trends>>. Acesso em: 02 mar. 2016.

EPA. **Summary of the Clean Air Act**. 42 U.S.C. §7401 et seq. (1970). Disponível em: <<https://www.epa.gov/laws-regulations/summary-clean-air-act>>. Acesso em 26 mar. 2016.

FIOCRUZ. SP - Aterro em Santo Antônio de Posse (SP) recebeu 320 mil toneladas de resíduos industriais entre 1974 e 1987. In: **Mapa de Conflitos Envolvendo Injustiça Ambiental e Saúde no Brasil**. LIS/ICICT/Fiocruz. Disponível em: <<http://www.conflitoambiental.icict.fiocruz.br/index.php?pag=ficha&cod=254>>. Acesso em 29 mar. 2016.

\_\_\_\_\_. SP - Condomínio residencial foi construído em terreno que durante anos serviu como lixão industrial. In: **Mapa de Conflitos Envolvendo Injustiça Ambiental e Saúde no Brasil**. LIS/ICICT/Fiocruz. Disponível em: <<http://www.conflitoambiental.icict.fiocruz.br/index.php?pag=ficha&cod=252>>. Acesso em 29 mar. 2016.

HERCULANO, S. Justiça ambiental: de Love Canal à Cidade dos Meninos, em uma perspectiva comparada. In: **Justiça e Sociedade: temas e perspectivas**. Marcelo Pereira de Melo (org.). p. 215-238. São Paulo, 2001.

HOGAN, D. J. **Textos NEPO 16 População e Meio-Ambiente**. NEPO/UNICAMP. Campinas, 1989.

LIEBER, R. R. ROMANO-LIEBER, N. S. Risco e precaução no desastre tecnológico. **Cadernos Saúde Coletiva**.13(1): P.67-84, 2005.

LYSTER, W. R. Altered Sex Ratio After The London Smog of 1952 and The Brisbane Flood of 1965. In: **The Journal of Obstetrics and Gynaecology of the British Commonwealth**. Vol. 81, p. 626-631. August, 1974

NEMERY, B. Late consequences of accidental exposure to inhaled irritants: RADS and the Bhopal disaster. In: **ERS Journals**. p. 1973-1976. United Kingdom, 1996.

OKUNO, E. Efeitos biológicos das radiações ionizantes: Acidente radiológico de Goiânia. In: **Estudos Avançados**, vol. 27, n.77, São Paulo, 2013.

PIDGEON, N., O'LEARY. Man-made disasters: why technology and organizations (sometimes) fail. In: **Safety Science**. No. 34. p. 15-30. Elsevier Science Ltd., 2000.

PMC-Prefeitura Municipal de Campinas. AECOM. **Investigação Ambiental Detalhada e Avaliação de Riscos à Saúde Humana – Conjunto Residencial Parque Primavera – Bairro Mansões Santo Antônio, Campinas/SP**. Campinas, 2013. Disponível em: <[http://www.campinas.sp.gov.br/arquivos/meio-ambiente/draft\\_mansoes\\_santo\\_antonio.pdf](http://www.campinas.sp.gov.br/arquivos/meio-ambiente/draft_mansoes_santo_antonio.pdf)>. Acesso: em 10 jul. 2014.

PNUMA. **Convenio de Minamata sobre el Mercurio**. UNEP/ONU. 2013

SILEI, Gianni. **Technological Hazards, Disasters and Accidents. The Basic Environmental History**. Mauro Agnoletti e Simone Neri Seneri (org). Springer, New York, 2014.

UNISDR. Disaster. **Terminology**. 2007. Disponível em:

<<https://www.unisdr.org/we/inform/terminology>>. Acesso em 28 mar 2016.

\_\_\_\_\_. 2006-2007 World Disaster Reduction Campaign. **Disaster risk reduction begins at school**. Disponível em: <<http://www.unisdr.org/2007/campaign/wdrc-2006-2007.htm>>. Acesso em 28 mar 2016.