

# ANÁLISE DE RISCOS TECNOLÓGICOS NA PERSPECTIVA DAS CIÊNCIAS SOCIAIS

## *TECHNOLOGICAL RISK ANALYSIS FROM THE PERSPECTIVE OF THE SOCIAL SCIENCES*

Carlos Machado de Freitas\*  
Carlos Minayo Gomez\*\*

FREITAS C. M. de and GOMEZ C. M.: 'Technological risk analysis from the perspective of the social sciences'. *História, Ciências, Saúde — Manguinhos*, vol. III (3):485-504, Nov. 1996-Feb. 1997.

*Technology, technological risks, and the scientific methods for analyzing these have emerged as part of the development of contemporary societies and are increasingly a part of our everyday lives. From a historical and critical perspective, this article shows that both technological risks as well as their analysis derive from social processes and cannot be reduced to physical, chemical, and biological dimensions alone. These characteristics of technological risks and risk analysis make it necessary to link the field into the social sciences (e.g., history, anthropology, sociology, political science, and others) not only so that risk analyses may become broader in scope and have greater impact on risk management but also so that they can afford a better understanding of our technological society and how to intervene in it. It is concluded that the social sciences must take part in risk analysis, albeit this process of incorporation will entail certain challenges.*

**KEYWORDS:** *technological risks, risk analysis, social sciences.*

### **Introdução**

\* Pesquisador associado do Centro de Estudos da Saúde do Trabalhador e Ecologia Humana (Cesteh/ENSP/Fiocruz). Av. Leopoldo Bulhões, 1480 21041-210 Rio de Janeiro, — RJ. E-mail: carlosmf@manguinhos.ensp.fiocruz.br

\*\* Pesquisador titular da Fiocruz e coordenador do Centro de Estudos de Saúde do Trabalhador e Ecologia Humana (Cesteh/ENSP/Fiocruz). Av. Leopoldo Bulhões, 1480 21041-210 Rio de Janeiro — RJ.

Em nosso dia-a-dia, e cada vez mais, nos defrontamos com notícias referentes aos riscos que determinadas tecnologias, na forma de produtos ou processos industriais, podem causar à nossa saúde e ao meio ambiente. Através destas notícias, descobrimos que os campos eletromagnéticos de baixa frequência presentes em aparelhos domésticos ou computadores, que os medicamentos que utilizamos para tratar doenças, que os produtos utilizados nos alimentos que ingerimos, que os CFCs liberados pelo ar-condicionado que ligamos ou pelos *sprays*, que as substâncias resultantes da combustão da gasolina e os produtos encontrados nas águas que bebemos e nos banhamos causam riscos à nossa saúde. Riscos que estão presentes nos ambientes em que vivemos ou trabalhamos, atingindo as águas, os solos e o ar; que podem atingir desde as camadas mais baixas da atmosfera e, por conseguinte, o ar que respiramos, até as mais altas, provocando buracos até mesmo na camada de ozônio e podendo aumentar a incidência de casos de câncer.

Pouco a pouco descobrimos viver em um mundo perigoso, cheio de riscos. Um mundo que nos é cada vez mais revelado por especialistas que têm como atividade analisar os riscos que a maioria das tecnologias em nossa volta provocam para o homem, o meio ambiente e as gerações futuras. Porém, assim como um médico que examina um paciente apresentando uma doença ou apenas determinados sintomas, estes especialistas não apenas revelam e diagnosticam os riscos a partir de suas análises científicas, mas também prescrevem remédios e as formas de comportamentos individuais e/ou coletivos que deveremos adotar para evitar conseqüências piores do que as já existentes, denominando-se isto de “gerenciamento de riscos”.

A questão que se coloca é que tanto as análises de riscos, como as propostas de gerenciamento de riscos oriundas das mesmas não são resultantes de processos somente tecnológicos e científicos, mas também sociais, que em última instância acabarão por determinar um projeto de sociedade. Estas características, presentes nas análises de riscos, obrigam as ciências sociais, em suas diversas disciplinas (história, antropologia, sociologia, ciência política, entre outras) a se debruçar sobre o tema, pois, na atualidade, compreender as questões relacionadas aos riscos tecnológicos e suas análises, que diariamente ocupam espaços nos noticiários e nas preocupações sobre nossa saúde, o meio ambiente, o futuro do planeta e das gerações que virão, é compreender um pouco mais nossa própria sociedade. Para entendermos um pouco mais destas questões, iniciaremos com um breve histórico para, em seguida, melhor situar a emergência da abordagem científica dos riscos. Estas duas etapas nos fornecem as bases para apresentar a crítica que as ciências sociais vêm realizando à perspectiva utilitarista e à concepção elitista de democracia presentes nas análises de riscos. Ao final, são apresentadas algumas das principais questões que se colocam na atualidade para as ciências sociais no debate e nas investigações sobre as questões envolvendo os riscos tecnológicos e suas análises.

### **Breve histórico**

O termo ‘risco’ surge com o próprio processo de constituição das sociedades contemporâneas a partir do final do Renascimento e início das revoluções científicas, quando ocorreram intensas transformações sociais e culturais associadas ao forte impulso nas ciências e nas técnicas, às grandes navegações e à ampliação e fortalecimento do poder político e econômico de uma nascente burguesia. Deriva da palavra italiana *riscare*, cujo significado original era navegar entre rochedos perigosos, que foi incorporada ao vocabulário francês por volta de 1660 (Rosa *et al.*, 1995).

O conceito de risco que se conhece atualmente provém da teoria das probabilidades, sistema axiomático oriundo da teoria dos jogos na França do século XVII (Douglas, 1987) e implica a consideração de previsibilidade de determinadas situações ou eventos por meio do conhecimento — ou, pelo menos, possibilidade de conhecimento — dos parâmetros de uma distribuição de probabilidades de acontecimentos futuros por meio da computação das expectativas matemáticas (FGV, 1987).

Embora o conceito probabilístico de risco seja predominante na atualidade e associado ao potencial de perdas e danos e de magnitude das conseqüências, até o período anterior à Revolução Industrial o que dominava era sua compreensão como manifestação dos deuses. Da Antiguidade até meados do século XVIII, eventos como incêndios, inundações, furacões, maremotos, terremotos, erupções vulcânicas, avalanches, fomes e epidemias eram compreendidos como manifestações da providência divina, de modo que para revelá-los e prevê-los tornava-se necessário interpretar os sinais “sagrados” (Theys, 1987).

Covello *et al.* (1985), apresentando uma perspectiva histórica da análise e do gerenciamento de riscos, consideram o grupo denominado Asipu, que viveu na Mesopotâmia por volta de 3200 a.C., como um dos primeiros que realizavam algo similar ao que hoje entendemos como “análises de riscos”. Em suas análises, esse grupo identificava as importantes dimensões do problema em questão e as ações alternativas face ao mesmo, coletando dados sobre os possíveis resultados de cada alternativa. Os melhores dados disponíveis eram considerados sinais dos deuses, que os sacerdotes do grupo Asipu estavam especialmente qualificados para interpretar, selecionando a partir deles a melhor alternativa.

O oráculo délfico na Grécia Antiga é outro exemplo. Segundo a lenda, a deusa da Terra, Gaia, habitava um santuário protegido pelo dragão Píton. Apolo, o filho de Zeus e Leto, matou o dragão e se fez mestre desse santuário, denominado Delfos. Instalou ali um centro oracular, e todos aqueles que desejavam fazer consultas deveriam trazer presentes, tornando o local um dos mais ricos e influentes na Grécia (Linstone, 1985). Em Delfos, Apolo transmitia as previsões por intermédio da sacerdotisa Pítia. Seus pronunciamentos, quando se referiam ao futuro, eram quase sempre obscuros e ambíguos, sendo passíveis de interpretações conforme a conveniência e possuindo, geralmente, inclinação política favorável à aristocracia dominante (Harvey, 1987).

O processo de laicização das situações e eventos considerados perigosos e sua transformação em riscos, implicando a previsibilidade a partir da probabilidade, ocorreu de modo mais sistemático somente a partir da Revolução Industrial, estando rela-

cionado à filosofia iluminista, ao fim das epidemias de pestes e à conversão da ciência e da tecnologia enquanto eixos de poderosas transformações na sociedade e na natureza. O medo de a onipresente providência divina trazer mais uma catástrofe como castigo e da angústia de uma ameaça imaginária e sem objeto foi lentamente sendo substituído. Uma correspondência de Jean-Jacques Rousseau para Voltaire, em 1756, mencionando o terremoto de Lisboa, ocorrido em 1755, em que morreram cem mil pessoas, traduz bem esse processo de laicização (Theys, 1987):

“La plupart de nos maux physiques sont encore notre ouvrage. Sans quitter votre sujet de Lisbonne, convenez, par exemple, que si l’on n’avait point rassemblé là vingt mille maisons de six à sept étages, et que si les habitants de cette grande ville eussent été dispersés plus également et plus légèrement logés, le dégât eût beaucoup moindre et peut-être nul. Tout eût fui au premier éboulement, et on les eût vus le lendemain à ving lieux de là, tout aussi gais que s’il n’était rien arrivé...” (“A maior parte de nossos males físicos são obra de nós mesmos. Sem abandonar vosso tema de Lisboa, admiti, por exemplo, que, se não tivéssemos permitido a construção de um aglomerado de vinte mil prédios de seis a sete pavimentos naquela grande cidade, e se os habitantes estivessem distribuídos de modo mais uniforme, alojados espaçadamente, a destruição teria sido muito menor, quase nenhuma. Assim, todos fugiram ao primeiro desmoronamento e, no dia seguinte, foram fazer visitas a vinte léguas de lá, todos muito contentes, como se nada tivesse acontecido...”)<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Traduzido para o português pelos autores.

Nesse processo, através do desenvolvimento científico e tecnológico e das conseqüentes transformações na sociedade, na natureza e na própria característica e dinâmica das situações e eventos perigosos, o homem passa a ser responsável pela geração e remediação de seus próprios males. O conceito de risco tal como é predominantemente compreendido na atualidade resulta desse processo, cabendo ao próprio homem a atribuição de desenvolver, através de metodologias baseadas na ciência e tecnologia, a capacidade de interpretá-los e analisá-los para melhor controlá-los e remediá-los.

### **A emergência da abordagem científica dos riscos**

A compreensão das transformações que levaram ao modo contemporâneo de pensar e enfrentar as situações e os eventos perigosos e sua transformação em riscos inevitavelmente nos remete a compreendermos as mudanças em sua própria natureza e dinâmica. Se, por um lado, os avanços científicos e tecnológicos

contribuíram para a redução da prevalência de determinadas doenças associadas à fome e às pestilências, por outro, fizeram surgir e aumentar novos riscos, como os radioativos, químicos e biológicos, fundamentalmente diferentes em termos de características e magnitude dos encontrados no passado e atribuídos à natureza ou a Deus, passando a fazer parte do cotidiano de milhões de pessoas nos seus locais de habitação ou trabalho, na cadeia alimentar, no solo que pisam, no ar que respiram, nas águas que consomem. Além desses, acrescentam-se outros, de caráter global, como o buraco na camada de ozônio, o aquecimento do planeta e as chuvas ácidas (Theys, 1987; Boehmer-Christiansen, 1992; Rosa *et al.*, 1995). Essas mudanças implicaram transformações nos modos predominantes de adoecer e morrer, pois, se até o período anterior à Revolução Industrial as principais causas de óbito eram atribuídas às doenças infecciosas, gradativamente passam a prevalecer, nas sociedades urbano-industriais, as crônicas degenerativas (Covello *et al.*, 1985). O mesmo aconteceu com os acidentes. Até meados do século XIX os acidentes de trabalho, como os que ocorriam nas minas de carvão, apresentavam taxas altas. Em anos recentes, essas taxas, se comparadas àquelas do passado, caíram bastante (Theys, 1987). Entretanto, enquanto esses tipos de acidentes vieram diminuindo, outros cresceram. No início do século, o número de acidentes com veículos automotores era insignificante, entretanto, na década de 1980, responsabilizavam-se por elevado número de óbitos (Covello *et al.*, 1985).

Essas mudanças na natureza dos riscos e na própria sociedade como um todo, principalmente neste século e após a Segunda Guerra Mundial, particularmente a partir da década de 1970, quando se intensifica sua publicização e as discordâncias entre os especialistas sobre suas conseqüências para a saúde dos trabalhadores e populações expostas, bem como ao meio ambiente e às gerações futuras, tornada possível mediante a cobertura da imprensa e massificação dos meios de comunicação, contribuíram também para uma mudança no status social dos riscos (Lagadec, 1981; Otway, 1985; Theys, 1987). Essa mudança significou o aumento e o fortalecimento da oposição pública aos riscos de origem tecnológica que vinha desde a década de 1960, quando se intensificou a luta contra as usinas nucleares. Novos atores, como organizações ambientalistas, associações de moradores, grupos de interesse, organizações não-governamentais e partidos políticos, além daqueles que comumente participavam das discussões e conflitos em torno dos riscos industriais — sindicatos, órgãos do governo e empresários —, passaram a se fazer presentes e exigir sua participação nos debates e processos decisórios acerca de riscos tecnológicos, demandando maior proteção e tornando

cada vez mais politizadas essas atividades (Nelkin, 1977; Otway, 1985; Theys, 1987; Dwyer, 1991).

O caso dos riscos químicos industriais é paradigmático nesse processo. Os novos atores que procuravam intervir nos debates e processos decisórios sobre riscos tecnológicos passaram a focalizar os riscos associados à poluição crônica e aos acidentes ampliados como os de Flixborough (Inglaterra, 1974), Seveso (Itália, 1976) e Bhopal (Índia, 1984). Particularmente, esses acidentes contribuíram muito tanto para aumentar a perda de confiança nos especialistas responsáveis pelas análises e gerenciamento de riscos químicos industriais, como para evidenciar as deficiências nas legislações e controles governamentais sobre os mesmos. Nos Estados Unidos, por exemplo, aqueles que acreditavam ter sido prejudicados ou colocados sob riscos pelas indústrias químicas começaram a entrar com ações na Justiça para assegurar tratamentos privados pelos danos causados à saúde, bem como exigir indenizações pelos mesmos e maior acesso às informações sobre os perigos industriais. Esse processo significou mudança de atitude dos diversos atores envolvidos nos debates sobre riscos, abandonando uma postura passiva e de confiança na proteção de riscos conduzida pelas indústrias e pelo governo para atitudes ativas de mobilização e enfrentamento contra os denominados “criadores de riscos” (Otway, 1985; Baram, 1986). Reivindicava-se que os processos decisórios e de controle fossem coletivos, incluindo todos os interessados na questão. Essa mudança de atitudes política, social e cultural não se restringiu ao caso dos Estados Unidos, mas também ocorreu na Europa (De Marchi, 1995), provocando não só maior desgaste da imagem das indústrias químicas, como também aumento nos custos de investimentos em segurança, proteção ambiental e à saúde, dados a regulamentação governamental mais abrangente que passava a ser exigida e o colapso do mercado de seguros de indústrias químicas com a grande elevação do valor financeiro dos contratos (Freitas, 1996).

Moatti e Lefaure (1983) observaram que, paradoxalmente, quanto mais se investia no desenvolvimento de dispositivos de segurança, mais crescia o sentimento de insegurança. Douglas e Wildavisky (1981), em importante estudo sobre a percepção de riscos tecnológicos ambientais na sociedade americana, argumentaram que os indivíduos educados, desde que não precisassem mais se preocupar com a segurança ou o sustento de seus corpos, procurariam satisfazer suas necessidades não-materiais com o objetivo de auto-realização e identificação com grupos sociais. Já não visariam mais somente aos rendimentos, mas também à melhoria da qualidade de vida e à democratização do espaço de trabalho. Nesse patamar, o que mais procurariam seria o senti-

mento de controle sobre as forças sociais, incluindo os riscos tecnológicos.

Todo esse processo de transformações da sociedade e dos riscos teve implicações diretas e indiretas nos custos financeiros gastos pelo Estado e pelas indústrias; sendo fundamentais para que a análise de risco, incluindo o seu gerenciamento, emergisse como disciplina científica e como profissão na década de 1980 (Otway, 1985). Com a crescente mobilização em torno dos riscos tecnológicos e o aumento dos casos relacionados ao assunto que alcançaram a esfera judicial, o Estado foi impelido a ampliar o seu papel institucional mediante o desenvolvimento da legislação no campo da saúde, segurança e do meio ambiente, tendo como consequência o crescimento das agências públicas encarregadas do problema (Covello *et al.*, 1985). As indústrias, em alguns casos obrigadas a arcar com os custos de indenizações pelos danos causados, passaram a montar equipes e instalar laboratórios capazes de fornecer dados científicos para se contrapor aos seus críticos no governo e nos movimentos sociais e às regulamentações mais restritivas de proteção da saúde e do meio ambiente (Gillespie, 1979; Epstein, 1990).

Nesse processo, principalmente os especialistas das indústrias e do governo começaram a desenvolver e aplicar métodos científicos para estimar os riscos de modo quantitativo e probabilístico (Renn, 1985). Por um lado, desenvolveram-se os testes de laboratório, métodos epidemiológicos, modelagens ambientais, simulações em computadores e avaliações de riscos na engenharia. Dessa forma, possibilitaram o incremento na identificação e mensuração dos riscos, permitindo aos cientistas detectar falhas em projetos de sistemas de engenharia extremamente complexos e estabelecer nexos causais — embora algumas vezes frágeis — entre determinados perigos e resultados adversos, mesmo os potencialmente causados por quantidades de substâncias carcinogênicas ou mutagênicas muitíssimo pequenas, tal como partes por trilhão (ppt) (Covello *et al.*, 1985; Renn, 1992). Por outro, cresceu o número de especialistas que passaram a ter como foco principal de seu trabalho os riscos à saúde, à segurança industrial e ao meio ambiente, contribuindo, assim, para a profissionalização e institucionalização da análise de riscos, com sociedades próprias, reuniões anuais, livros, periódicos científicos e *newsletters*. Um marco desse processo foi a formação, em 1980, da internacional Sociedade para Análise de Riscos (Otway, 1985). Essa sociedade, fundada nos Estados Unidos, possuía já nos seus primeiros cinco anos mais de mil membros e, a partir de 1986, começou a se expandir pela Europa (idem, *ibidem*; Dwyer, 1991).

A idéia principal que norteou o desenvolvimento dos métodos científicos de análises de riscos refletiu tanto uma tendência para

prever, planejar e alertar sobre os riscos, em vez de dar respostas *ad hoc* às crises geradas pelos mesmos, como a idéia de que as decisões regulamentadoras sobre os mesmos seriam politicamente menos controversas se pudessem ser tecnicamente mais rigorosas e baseadas em firme base 'factual'. Essa base deveria ser construída a partir dos dados disponíveis, suplementados por cálculos, extrapolações teóricas e julgamentos 'objetivos' oriundos de análises estatísticas e sistêmicas, de modo a se obter um valor esperado que seria utilizado para os processos decisórios envolvendo a utilização em larga escala social e o controle de tecnologias consideradas perigosas (Starr *et al.*, 1976; Otway, 1985; Renn, 1992, 1985). De acordo com Renn (1992), em engenharia esse valor esperado é freqüentemente calculado a partir da extrapolação de dados estatísticos de acidentes ocorridos, pressupondo a disponibilidade de dados suficientes para uma significativa previsão e a estabilidade dos agentes causais responsáveis pelos efeitos negativos no espaço e período de tempo previstos. A análise dos riscos à saúde e ao meio ambiente, realizada pela toxicologia (experimentos em animais de laboratório) e epidemiologia (populações expostas aos agentes perigosos comparadas com populações não expostas), procura identificar e quantificar as relações entre os potenciais agentes de riscos e os danos físicos observados nos seres vivos, humanos e não-humanos. Mediante modelagens, o agente causal é isolado das variáveis intervenientes ou *confounders*. O que há de comum entre essas perspectivas técnicas que compõem a análise de riscos é tanto procurar avaliar e prever potenciais danos físicos — sistemas tecnológicos e seres vivos e/ou ecossistemas — por meio de cálculos sobre o tempo e o espaço, utilizando freqüências relativas para poder especificar as probabilidades, como reduzir o risco a uma única dimensão, representando uma média sobre espaços, tempos e contextos sociais, ambientais e tecnológicos estáveis.

Tanto os sacerdotes do grupo Asipu como o oráculo délfico evidenciam que a busca de revelar, interpretar e prever o futuro de determinadas situações ou eventos, de modo a orientar tomadas de decisões que minimizem ou evitem a manifestação de perigos de perdas e/ou danos para o que se encontra em jogo, seja de que ordem for, não é uma característica apenas do mundo contemporâneo. Existe desde a Antiguidade e perdurou ao longo do tempo com sacerdotes, xamãs, numerólogos, tarólogos, astrólogos, feiticeiros e tantos outros. Assim como no oráculo délfico, de modo geral, esses que eram capazes de interpretar os sinais de perigos estiveram sempre ligados às estruturas de poder dominantes de cada formação social específica (Perrow, 1984). O que há de comum entre os "analistas de riscos" do passado e os do mundo contemporâneo é o fato de possuírem conhecimentos

esotéricos e fazerem parte de grupos geralmente ligados ao poder. O que há de novo e que os diferencia é o fato de os analistas de riscos do mundo atual basearem todo o seu conhecimento nas ciências e tecnologias contemporâneas.

### **A perspectiva utilitarista e a concepção elitista de democracia**

A emergência da ciência de análise de riscos na década de 1980, mais do que uma resposta técnica às preocupações coletivas, convertia-se também numa determinada resposta política à formação de consenso nos processos decisórios. Baseado tanto na perspectiva utilitarista e no paradigma do ator racional, como na concepção elitista de democracia, seu desenvolvimento se deu com o objetivo subjacente de transformar determinadas escolhas sociais, políticas e econômicas em problemas 'puramente' técnicos e científicos. Assim, tornava-se um elemento estratégico para despolitizar os debates envolvendo a aceitabilidade de riscos e os processos decisórios envolvendo o desenvolvimento, difusão e controle de tecnologias consideradas perigosas, encobrendo assim tanto as grandes incertezas sobre suas conseqüências em larga escala social, como os valores subjetivos e os interesses sociais, políticos e econômicos que determinam seus resultados (Freitas, 1996).

Um típico exemplo de como a perspectiva utilitarista, o paradigma do ator racional e a concepção elitista de democracia se mesclam, fornecendo as bases para a formulação e intervenção tecnicista nos processos decisórios e determinação da aceitabilidade de riscos encontra-se nos argumentos desenvolvidos por Starr (1969) no artigo 'Social benefit versus technological risk: what is our society willing to pay for safety'. Este artigo é considerado seminal na visão contemporânea de análises técnicas de riscos e no debate e crítica que as ciências sociais vêm travando em torno da mesma. Para o autor, os responsáveis por análises técnicas de riscos deveriam, mediante a comparação de estatísticas e dados objetivos sobre os riscos das tecnologias em questão com os outros riscos da vida cotidiana, determinar a aceitabilidade de seus riscos em função de seus benefícios para a sociedade. A meta final é, científica e objetivamente, prescrever à sociedade "um modo racional" de se comportar, perceber e aceitar os riscos, sendo isso, em última instância, definido pelos especialistas. As conseqüências dos argumentos desenvolvidos por Starr (idem), que ao mesmo tempo traduzem e fundamentam a concepção tecnicista predominante nas análises de riscos, foi um aumento nos investimentos para o refinamento dos métodos estatísticos para análises probabilísticas. Esse processo ocorreu à custa de os

especialistas continuarem a ignorar o fato de, ainda que não quisessem, o risco ser fortemente determinado por processos sociais.

Os estudos das ciências sociais sobre riscos tecnológicos começaram a surgir de modo mais sistemático no final da década de 1970, exatamente num momento em que, na Europa e nos Estados Unidos, se desenvolviam, por um lado, argumentos como o de Starr (*idem*) por especialistas das indústrias e de alguns setores do governo, e, por outro, se fortaleciam os movimentos sociais contra os riscos gerados por usinas nucleares, indústrias químicas e medicamentos, entre outros. Na década de 1980, esses estudos ganham forte impulso, tanto pelo crescimento dos riscos enquanto problema social, como pelos esforços por uma maior sistematização das abordagens das ciências sociais sobre os mesmos. Desde seu início, essa contribuição tem sido marcada por uma multiplicidade de abordagens teórico-metodológicas e de temas de investigação. Entre as abordagens teóricas, Renn (1992) enfatiza as culturais, organizacionais, críticas, sistêmicas, construtivistas, do ator racional e da mobilização social, orientadas, de acordo com Rosa *et al.* (1995), pelas tradições marxistas, weberianas, durkheimianas, fenomenológicas ou utilitaristas, e empregando uma variedade de técnicas de investigação quantitativas e qualitativas. Dos grandes temas de investigação que têm norteado os estudos até o momento atual, pode-se destacar: 1) a contribuição dos aspectos organizacionais na geração e no enfrentamento de riscos (Perrow, 1984; Short *et al.*, 1992; Vaughan, 1996); 2) a sociologia dos desastres tecnológicos (Kasperson *et al.*, 1985; Duclos, 1987; Quarantelli, 1988); 3) o papel desempenhado pelos meios de comunicação na divulgação de eventos e situações de riscos (Peltu, 1992, 1985); 4) o acesso à informação e às formas de comunicação sobre riscos para comunidades e trabalhadores expostos (Brown, 1985; Krinsky *et al.*, 1988; De Marchi, 1991; Van Eijndhoven *et al.*, 1994); 5) as controvérsias sobre riscos, suas origens e implicações (Rip *et al.*, 1989; Richards *et al.*, 1995; Nelkin, 1995) 6) movimentos sociais contra determinados riscos (Walsh, 1981; Gerlach, 1987; Masterson-Allen *et al.*, 1990); 7) a iniquidade ambiental e a vulnerabilidade social de determinados grupos sociais ou comunidades aos riscos tecnológicos (Quarantelli, 1992; Horlick-Jones, 1993; Brown, 1995; Porto *et al.*, 1996); 8) os aspectos epistemológicos e os sociológicos na construção e legitimação do conhecimento científico sobre riscos (Shrader-Frechette, 1985; Jasanoff, 1987; Van Eijndhoven *et al.*, 1991; Freitas, 1992; Abraham, 1993); e 9) as atitudes e as percepções de indivíduos e grupos sociais sobre riscos (Douglas *et al.*, 1981; Davis, 1982; Soderstrom *et al.*, 1984; Fitchen *et al.*, 1987; Fowlkes *et al.*, 1987; Wynne, 1987).

Ao contrário do que habitualmente ocorre nas disciplinas das áreas tecnológica e biomédica, as pesquisas e os debates das

ciências sociais sobre riscos tecnológicos têm como característica um amplo e persistente dissenso teórico, o que faz parte de sua própria natureza e dinâmica, originando, de acordo com Alexander (1987), tanto na explicitação e visibilidade dos supostos fundamentais, como na idéia de que é possível acumular conhecimento sobre o mundo a partir de pontos de vista diferentes e competitivos. A multiplicidade das abordagens teóricas e de grandes temas de investigação das ciências sociais sobre riscos tecnológicos, as quais muitas vezes se entrecruzam, reflete, na verdade, a pluralidade e complexidade de seu objeto: o homem e sua realidade social, em permanente movimento, formação e transformação. Entretanto, embora caracterizada pela multiplicidade de abordagens teóricas e temas, o que lhe é inerente e lhe dá vigor interpretativo, grande parte dos esforços teóricos das ciências sociais em relação aos riscos tem sido, em maior ou menor grau e de diferentes modos, no sentido de criticar as teorias tradicionais predominantes nas análises técnicas de riscos, e seus supostos fundamentais baseados tanto na perspectiva utilitarista e no paradigma do ator racional, como na concepção elitista de democracia.

A perspectiva utilitarista, de certo modo, funda intelectualmente o próprio campo das análises técnicas de riscos, enfatizando apenas as ações racionais dos indivíduos, orientadas para determinados fins com o objetivo de alcançar os melhores resultados, felicidade, utilidade, satisfação, entre outros (Rosa *et al.*, 1995). Nessa perspectiva, o mercado é o protótipo do processo que liga as preferências individuais às escolhas sociais e sua legitimação, espaço em que todos agem motivados apenas por seus interesses, procurando de modo racional maximizar os resultados de cada ação. Essa racionalidade é considerada a única que existe ou deve existir para o utilitarismo clássico, racionalidade que orienta a luta pela própria sobrevivência e a busca para a prosperidade em um mundo dominado por aparente caos e em que o ser humano é, para muitos, incompreensível (Menkes, 1985).

Na perspectiva utilitarista, as análises técnicas de riscos — da engenharia, toxicologia, epidemiologia, atuária, economia, entre outras — buscam não apenas explicar o caos e as incertezas deste mundo, mas substituí-lo por outro, dominado pela ordem e previsibilidade dos riscos e das incertezas; um mundo em que os indivíduos, abstraídos de seus contextos sociais e considerados não influenciados por família, círculo de amigos, grupos sociais e instituições a que pertencem, por seus valores sócio-culturais e emoções, sejam tratados como frios e calculistas, agindo ou devendo agir com o objetivo de ordenar o caos e maximizar os ganhos de cada ação, distinguindo estratégias e projetando as

conseqüências de cada uma delas de modo a determinar a capacidade de escolhas de alternativas, avaliando permanentemente os riscos e os benefícios das possíveis ações. No universo das análises técnicas de riscos, confundido muitas vezes com o microuniverso do laboratório, os aspectos sociais são tratados do mesmo modo que os físicos, os químicos e os biológicos, podendo tudo ser medido e quantificado para fornecer resultados precisos das probabilidades de riscos e benefícios, e perdas e ganhos (*idem*, *ibidem*; Rosa *et al.*, 1995).

A concepção elitista de democracia que orienta as análises técnicas de riscos tem como maior preocupação manter a estabilidade de um determinado sistema ético, moral, social, cultural e político, em que são qualificados como racionais aqueles cujas ações se encontram em consonância com o sistema, no caso, baseado no utilitarismo, entendido como a única estrutura vigente (Menkes, 1985; Fiorino, 1989). Nessa concepção, a limitação da participação dos cidadãos nas análises de riscos e nos processos decisórios — não sendo eles considerados capazes de julgar o que é melhor para seus próprios interesses — não é apenas aceita, mas também justificada como sinal de fé e lealdade para com o sistema e suas elites tecnocientíficas e sócio-políticas, essas, sim, capazes de realizar os melhores julgamentos para a maximização de ganhos para todos (*idem*, *ibidem*).

Para a concepção elitista de democracia predominante nas análises técnicas de riscos, os valores técnicos e analíticos dos especialistas são julgados mais legítimos do que os valores dos cidadãos leigos (Fiorino, 1989; Otway, 1992). A busca do consenso entre as elites tem por fim não só a validação dos modelos técnicos vigentes, que devem ser baseados em dados quantitativos e probabilísticos para a determinação da aceitabilidade de riscos em padrões objetivos, mas também a manutenção do sistema, utilitarista e excludente em sua natureza e dinâmica (Fiorino, 1989). A objetividade é alcançada por meio da ênfase em determinados resultados das análises quantitativas (óbitos, custos, benefícios, probabilidade de eventos, magnitude das conseqüências, entre outros) que, ignorando o processo social de escolhas, de poder, de relações, de interesses, servem para, numa abordagem unidimensional, estabelecer critérios e padrões de aceitabilidade de riscos, definindo, por exemplo, que  $10^{-6}$  para o caso de acidentes industriais (particularmente em indústrias químicas e usinas nucleares) e que a exposição a X partes por milhão da substância Y numa jornada de trabalho ou durante o período médio de vida são valores aceitáveis. Nessa concepção, os interesses dos cidadãos são atendidos quando os processos decisórios de escolhas de tecnologias e de justiça distributivas dessas tecnologias estão de acordo com os modelos técnicos de análises de riscos e o consenso das elites (Fiorino, 1989).

As ciências sociais em sua crítica a esses pressupostos fundamentais revelam que não podemos separar “o que se deseja conhecer acerca de um determinado problema” — o que é realizado pelas análises técnicas de riscos na engenharia, toxicologia e epidemiologia, por exemplo — “do que se deseja fazer acerca desse mesmo problema” — o que é proposto e realizado no desenvolvimento das estratégias de gerenciamento de riscos —, já que, como observa Jasanoff (1993), o modo da percepção da realidade e de organização dos fatos a ela pertinentes têm implicações, embora nem sempre visíveis, nos aspectos das políticas públicas e da justiça social: quem se deve proteger de determinados riscos, a que custo e deixando de lado que alternativas. Em seu esforço de crítica ao reducionismo científico presente nas análises técnicas de riscos e no desenvolvimento de estratégias de gerenciamento, ao qual corresponde também uma redução da possibilidade de incorporação e participação de inúmeros e diferentes outros atores, valores e perspectivas, as ciências sociais têm demonstrado que as questões relacionadas aos riscos não podem ser restringidas somente aos processos físicos, químicos e biológicos, já que o mundo em que se situam, o mundo dos seres humanos em suas relações sociais, é constituído por outros aspectos, tais como os estilos de vida e as relações interpessoais, as interações simbólicas e os movimentos sociais, as questões de poder e de distribuição de riscos, controle social e instituições sociais (Short, 1984; Wynne, 1987; Duclos, 1987; Freudenburg *et al.*, 1992; Kasperson, 1992; Tierney, 1994).

### **Conclusão**

As tecnologias e seus riscos, bem como suas análises, são eminentemente constituídos por processos sociais. Mais especificamente no que diz respeito às análises de riscos tecnológicos, isto significa que não envolvem apenas sistemas tecnológicos e agentes perigosos manipulados e produzidos, mas também seres humanos, complexos e ricos em suas naturezas e relações, não apenas biológicas, mas também e principalmente sociais. Isso implica que o problema dos riscos tecnológicos e de suas análises de riscos não concerne apenas aos profissionais das áreas tecnológicas (engenharias) e biomédicas (basicamente epidemiologia e toxicologia); além de engenheiros, toxicólogos, epidemiólogos e tantos outros profissionais envolvidos nas análises de riscos, precisa-se também e cada vez mais de cientistas sociais.

Embora se possa considerar que as ciências sociais cresceram e amadureceram bastante no campo de análises de riscos (Freudenburg *et al.*, 1992; Renn, 1992; Tierney, 1994; Rosa *et al.*,

1995; Gabe, 1995), permanecem inúmeros desafios, tendo-se ainda muito a fazer. Dos desafios, destacaremos três. O primeiro é o necessário diálogo para a integração entre as diversas abordagens teórico-metodológicas das ciências sociais no campo dos riscos, o que não significa anular a pluralidade inerente a sua natureza e dinâmica (Krimsky, 1992; Kasperson, 1992; Renn, 1992; Rosa *et al.*, 1995; Lash *et al.*, 1996). Como observa Alexander (1987), os novos cientistas sociais consideram a microteorização — caráter contingente da ordem social e a centralização da negociação individual — e a macroteorização — ênfase no papel das estruturas coercitivas na determinação do comportamento individual e coletivo — igualmente insatisfatórias, demandando articular ação e estrutura na busca de integração, de síntese.

O segundo é o necessário diálogo das ciências sociais com as diversas disciplinas que compõem o campo das análises de riscos na busca de abordagens multidisciplinares e interdisciplinares, já que nenhuma delas, sozinha, pode ser considerada satisfatória para dar conta de um problema eminentemente complexo. As análises de riscos não podem ser reduzidas às disciplinas das áreas tecnológica e biomédica, pois os riscos tecnológicos, entendidos como “experimentos” artificiais em larga escala social, proporcionam danos e dados não apenas sobre os sistemas tecnológicos e biológicos, não possíveis de ser obtidos nas modelagens matemáticas, mas também sobre os próprios processos sociais que conformam os riscos (Wynne, 1992, 1988; Funtowicz *et al.*, 1993). Isso implica que a busca de superação dos atuais limites das análises de riscos deve envolver o esforço duplo de levar cada vez mais as ciências sociais para o campo das análises de riscos como trazer este para as mesmas (O’Riordan, 1991; Kasperson, 1992; Renn, 1992; Freudenburg *et al.*, 1992; Jasanoff, 1993; Rosa *et al.*, 1995).

O terceiro é a necessária incorporação do saber e da participação daqueles que vivenciam e se encontram expostos aos riscos no seu dia-a-dia. As tecnologias e seus riscos envolvem muitas incertezas e constituem inevitáveis experimentos em larga escala social, sendo suas análises de riscos fortemente influenciadas por valores subjetivos e interesses sociais (Wynne, 1987, 1988; Rip *et al.*, 1989; Van Eijndhoven *et al.*, 1991; Freitas, 1992). Tanto os interesses como os conhecimentos dos que vivenciam ou se expõem aos riscos devem ser incorporados, pois é no mínimo deformação técnica, além de antiético, desconsiderar aqueles que costumam na maioria das vezes serem as primeiras e principais vítimas. O conhecimento dos trabalhadores e membros de comunidades, embora menos formal e mais intuitivo do que o dos especialistas, representa uma espécie diferente de *expertise* dos riscos no contexto em que vivem ou trabalham (Brown, 1987;

Fiorino, 1989; Otway, 1992; Wynne, 1992; Jasanoff, 1993; Bakström *et al.*, 1995). Não cabe apenas aos especialistas analisar os riscos e aos potencialmente expostos apenas aceitar o que a partir daí é definido, tornando-se urgente nova dinâmica em que a participação dos trabalhadores e das comunidades expostas seja reconhecida como inerente e necessária tanto para a melhoria das análises e do gerenciamento de riscos como para a desejável substituição do poder pela legitimidade nos complexos processos decisórios que envolvem riscos tecnológicos, sendo estes passos necessários para aquilo que Funtowicz *et al.* (1993) denominam de uma ciência pós-normal.

No Brasil, existem, particularmente no campo da saúde do trabalhador, algumas experiências concretas de investigação de acidentes industriais e da exposição de trabalhadores aos agentes químicos que, ao privilegiarem em sua abordagem a investigação da relação processo de trabalho e saúde em situações reais, têm caminhado na direção da superação de alguns dos desafios apontados anteriormente. Por um lado, tendo como ponto de partida as próprias ciências sociais (Freitas, 1996), a epidemiologia (Machado, 1996) ou a engenharia (Porto, 1994), sugerem e realizam o necessário diálogo entre essas diferentes disciplinas, revelando a dimensão social do processo de trabalho e sua relação com os acidentes e o adoecer. Por outro, ao ter como referencial a contribuição das ciências sociais na investigação dos processos de trabalho e saúde, apontam a necessária incorporação do conhecimento dos trabalhadores nas análises e no gerenciamento de riscos, tornando as decisões sobre critérios de aceitabilidade de acidentes ou de limites de tolerância para os casos de exposições crônicas mais participativas e democráticas (Porto, 1994; Vasconcelos, 1995; Machado, 1996; Freitas, 1996).

Mais do que uma entidade física que existe independentemente dos humanos que vivenciam e analisam suas conseqüências, as tecnologias perigosas e o risco enquanto conceito e provável manifestação de danos associados aos processos de produção e seus produtos são manifestações de processos e relações sociais historicamente construídos. Isto implica que são fenômenos eminentemente sociais, exigindo, portanto, que para compreendermos os complexos mecanismos que se encontram por trás dos riscos tecnológicos e suas análises, que são os próprios mecanismos de uma sociedade crescentemente tecnologizada, as ciências sociais, em suas várias especializações (história, antropologia, filosofia, sociologia, ciência política, por exemplo), forme as bases para o que Short (1984) denomina de “transformação social das análises de riscos”. Uma transformação social que não significa apenas a possibilidade de ampliar o olhar científico da análise de riscos e da formulação de estratégias

para o gerenciamento dos mesmos, mas da própria sociedade em seu modo de participar e enfrentar a questão da tecnologia e de seus riscos.

FREITAS, C. M. de e GOMEZ, C. M.: 'Análise de riscos tecnológicos na perspectiva das ciências sociais'. *História, Ciências, Saúde — Manguinhos*, vol. III(3):485-504, nov. 1996 - fev. 1997.

A tecnologia, seus riscos e as formas científicas de analisá-los surgem com o próprio desenvolvimento das sociedades contemporâneas e cada vez mais fazem parte do nosso cotidiano. O objetivo deste artigo é, numa perspectiva histórica e crítica, demonstrar que tanto os riscos de origem tecnológica, como suas análises, resultam de processos sociais, não podendo ser reduzidos a dimensões físicas, químicas e biológicas. Estas características dos riscos tecnológicos e suas análises tornam necessária a incorporação das ciências sociais em suas várias disciplinas (história, antropologia, sociologia, ciência política, entre outras) não só para o desenvolvimento de análises de riscos mais abrangentes em termos de escopo e de impactos nos gerenciamentos de riscos, mas também para maior compreensão de nossa sociedade tecnológica e de intervenção na mesma. Conclui-se que no atual momento as ciências sociais devem participar das análises de riscos, colocando-se alguns desafios para seu efetivo processo de incorporação.

PALAVRAS-CHAVE: riscos tecnológicos, análises de riscos, ciências sociais.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abraham, J. 1993 'Scientific standards and institutional interests: carcinogenic risk assessment of benoxaprofen in the UK and US'. *Social Studies of Science*, 23, pp. 387-444.
- Alexander, J. C. 1987 'O novo movimento teórico'. *Revista Brasileira de Ciências Sociais*, 2, pp. 5-28.
- Backström, T. e Döös, M. 1995 'The riv method: a participative risk analysis: method and its application'. *Workshop Understanding the work environment*. Estocolmo, Swedish Institute for Work Life Research, 21-24 de maio.
- Baram, M. S. 1986 'Chemical industry accidents, liability, and community right to know'. *American Journal of Public Health*, 76, pp. 568-72.
- Boehmer-Christiansen, S. 1992 'Environmental threat perception: scientific or cultural'. *Symposium Current Developments in Environmental Sociology*. Woudschoten, Zeist, The Netherlands, 17-21 de junho.
- Brown, M. S. 1985 'Disputed knowledge; worker access to hazard information'. Em D. Nelkin (org.), *The language of risk*. Beverly Hills, Sage Publications, pp. 67-95.
- Brown, P. 1995 'Race, class, and environmental health: A review and systematization of the literature'. *Environmental Research*, 69, pp. 15-30.
- Brown, P. 1987 'Popular epidemiology: community response to toxic waste-induced disease in Woburn, Massachusetts'. *Science, Technology, and Human Values*, 12, pp. 78-85.
- Covello, V. T. e Mumpower, J. 1985 'Risk analysis and risk management: an historical perspective'. *Risk Analysis*, 5, pp. 103-20.
- Davis, S. H. 1982 'Emergence of community Doubts at Plymouth, Massachusetts'. Em D. L. Sills, C. P. Wolf e V. B. Shelansky (orgs.), *Accident at Three Mile Island: The human dimensions*. Colorado, Westview Press, pp. 83-92.

- De Marchi, B.  
1995  
'Social and cultural factors influencing environmental Policy'.  
Em S. Fachetti e D. Pitea (orgs.)  
*Chemistry and environment legislation, methodologies and applications.*  
Amsterdam, Dluwer Academic Publishers, pp. 35-44.
- De Marchi, B.  
1991  
'The seveso directive: An Italian pilot study in enabling communication'.  
*Risk Analysis*, 11, pp. 207-15.
- Douglas, M.  
1987  
'Les études de perception du risque: Un état de l'art'. Em J.-L. Fabiani e J. Theys (orgs.), *La société vulnérable: évaluer et maîtriser les risques.*  
Paris, Presses de L'École Normale Supérieure, pp. 55-60.
- Douglas, M. e  
Wildavisky, A.  
1981  
*Risk and culture: an essay on selection of technological and environmental dangers.* Berkeley, University of California Press.
- Duclos, D.  
1987  
'La construction sociale des risques majeurs'. Em J.-L. Fabiani e J. Theys (orgs.), *La société vulnérable: évaluer et maîtriser les risques.*  
Paris, Presses de L'École Normale Supérieure, pp. 37-54.
- Dwyer, T.  
1991  
*Life and death at work: industrial accidents as a case of socially produced error.*  
Nova York, Plenum.
- Epstein, S. S.  
1990  
'Corporate crime: why we cannot trust industry-derived safety studies'.  
*International Journal of Health Services*, 20, pp. 443-58.
- Fiorino, D. J.  
1989  
'Technical and democratic values in risk analysis'.  
*Risk Analysis*, 9, pp. 293-99.
- Fitchen, J. M.; Heath,  
J. S. e  
Fessende-Raden, J.  
1987  
'Risk perception in community context: a case study'. Em B. B. Johnson e V. T. Covello (orgs.), *The social and cultural construction of risk: essays on risk selection and perception.* Boston, D. Reidel Publishing Company, pp. 31-50.
- Fowlkes, M. R. e  
Miller, P. Y.  
1987  
'Chemicals and community at love canal'. Em B. B. Johnson e V. T. Covello (orgs.), *The social and cultural construction of risk: essays on risk selection and perception.* Boston, D. Reidel Publishing Company, pp 55-78.
- Freitas, C. M.  
1996  
*Acidentes químicos ampliados: incorporando a dimensão social nas análises de riscos.* Tese de doutoramento, Escola Nacional de Saúde Pública/Fiocruz, Rio de Janeiro. (mimeo.)
- Freitas, C. M.  
1992  
*A social construção de análises de riscos tecnológicos à saúde e ao meio ambiente: estudo de uma controvérsia na arena pública.* Dissertação de mestrado, Coordenação dos Programas de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. (mimeo.)
- Freudenburg, W. R. e  
Pastor, S. K.  
1992  
'Public responses to technological risks: toward a sociological perspective'.  
*The Sociological Quarterly*, 33, pp. 389-412.
- Fundação Getúlio  
Vargas (FGV)  
1987  
*Dicionário de ciências sociais.*  
Rio de Janeiro, FGV, 2 vols.
- Funtowicz, S. O.  
e Ravetz, J. R.  
1993  
'Science for the post-normal Age'.  
*Futures*, 25, pp. 739-55.
- Gabe, J. (org.)  
1995  
*Medicine, health and risk: sociological approaches.*  
Oxford, Blakwell Publishers. Sociology of Health and Illness Monographs.
- Gerlach, L. P.  
1987  
'Protest movements and the construction of risk'. Em B. B. Johnson e V. T. Covello (orgs.), *The social and cultural construction of risk: essays on risk selection and perception.* Dordrecht, D. Reidel Publishing Company, pp. 103-45.

- Gillespie, B.; Eva, D. e Johnston, R.  
1979 'Carcinogenic risk assessment in the United States and Great Britains: the case of Aldrin/Dieldrin'. *Social Studies of Science*, 9, pp. 265-301.
- Harvey, P.  
1987 *Dicionário Oxford de Literatura Clássica Grega e Latina*. Rio de Janeiro, Jorge Zahar Editor.
- Horlick-Jones, T.  
1993 'Patterns of risk and patterns of vulnerability'. Em A. Amendola e B. De Marchi (orgs.), *Workshop on emergency management*. Ispra, Joint Research Centre, pp. 113-25.
- Jasanoff, S.  
1993 'Bridging the two cultures of risk analysis'. *Risk Analysis*, 13, pp. 123-9.
- Jasanoff, S.  
1987 'Contested boundaries in policy-relevant science'. *Social Studies of Science*, 17: 195-230.
- Kasperson, R. E.  
1992 'The social amplification of risk: progress in developing an integrative framework'. Em S. Krimsky e D. Golding (orgs.), *Social theories of risk*. Londres, Praeger, pp. 153-78.
- Kasperson, R. E. e Pijawka, K. D.  
1985 'Societal response to hazards and major hazard events: comparing natural and technological hazards'. *Public Administration Review*, 45, pp. 7-19.
- Krimsky, S.  
1992 'The role of theory in risk studies'. Em S. Krimsky e D. Golding (orgs.), *Social theories of risk*. Londres, Praeger, pp. 3-22.
- Krimsky, S. e Plough, A.  
1988 *Environmental hazards: communicating risks as a social process*. Londres, Auburn House.
- Lagadec, P.  
1981 *La civilisation du risque: catastrophes technologiques et responsabilité sociale*. Paris, Seuil.
- Lash, S.; Szerszynski, B. e Wynne, B. (orgs.)  
1996 *Risk, environment and modernity: towards a new ecology*. Londres, Sage.
- Linstone, H. A.  
1985 'The delphi technique'. Em V. T. Covello; J. L. Mumpower; P. J. M. Stallen et al. (orgs.), *Environmental impact assessment, technology assessment, and risk analysis: contributions from the psychological and decision sciences*. Berlim, Springer-Verlag, pp. 621-50.
- Machado, J. M. H.  
1996 *A heterogeneidade da intervenção: alternativas e processos de vigilância em saúde do trabalhador*. Tese de doutoramento, Escola Nacional de Saúde Pública/Fiocruz, Rio de Janeiro. (mimeo.)
- Masterson-Allen, S. e Brown, P.  
1990 'Public reaction to toxic waste contamination: analysis of a Social Movement'. *International Journal of Health Services*, 20, pp. 485-500.
- Menkes, J.  
1985 'Limits of rationality'. Em V. T. Covello; J. L. Mumpower; P. J. M. Stallen et al. (orgs.), *Environmental impact assessment, technology assessment and risk analysis: contributions from the psychological and decision sciences*. Berlim, Springer-Verlag, pp. 811-29.
- Moatti, J.-P. e Lefaure, C.  
1983 'Les ambiguïtés de l'acceptable: perception des risques et controverses sur les technologies'. *Culture Technique*, 11.
- Nelkin, D.  
1995 'Science controversies: the dynamics of public disputes in the United States'. Em S. Jasanoff; G. E. Markle; J. C. Petersen e T. Pinch (orgs.), *Handbook of science and technologie studies*. Londres, Sage Publications, pp. 444-56.

- Nelkin, D.  
1977 *Technological decisions and democracy: European experiments in public participation.* Londres, Sage Publications.
- O'Riordan, T.  
1991 'Towards a vernacular science of environmental change'. Em R. Lewis e A. Weale (orgs.), *Innovation and environmental risk.* Londres, Belhaven Press, pp. 149-62.
- Otway, H. J.  
1992 'Public wisdom, expert fallibility: toward a contextual theory of risk'. Em S. Krimsky e D. Golding (orgs.), *Social theories of risk.* Londres, Praeger, pp. 216-28.
- Otway, H. J.  
1985 'Regulation and risk analysis'. Em H. Otway e M. Peltu (orgs.), *Regulating industrial risks: science, hazards and public protection.* Londres, Butterworths, pp. 1-19.
- Peltu, M.  
1992 'Media reporting of risk information; uncertainties and the future'. Em H. Jungermann; R. E. Kaspersen e P. M. Wiedemann (orgs.), *Proceedings of the workshop on risk communication.* Germany, KFA pp. 11-32.
- Peltu, M.  
1985 'The role of communications media'. Em H. Otway e M. Peltu (orgs.), *Regulating industrial risks: science, hazards and public protection.* Londres, Butterworths, pp. 128-48.
- Perrow, C.  
1984 *Normal accidents: living with high-risk technologies.* Nova York, Basic Books.
- Porto, M. F. S. e  
Freitas, C. M.  
1996 'Major chemical accidents in industrializing countries: the socio-political amplification of risk'. *Risk Analysis*, 16: 19-29.
- Porto, M. F. S.  
1994 *Trabalho industrial, saúde e ecologia: avaliação qualitativa de riscos industriais com dois estudos de caso na indústria química.* Tese de doutoramento, Coordenação dos Programas de Pós-Graduação em Engenharia/UFRJ, Rio de Janeiro. (mimeo.)
- Quarantelli, E. L.  
1992 'Urban vulnerability and technological hazards in developing societies'. Em A. Kreimer e Musasinghe (orgs.), *Environmental management and urban vulnerability.* Washington, World Bank, World Bank Discussion Papers nº 168.
- Quarantelli, E. L.  
1988 'Community and organizational preparations for and responses to acute chemical emergencies and disasters in the United States: research findings and their wider applicability'. Em H. B. F. Gow e R. W. Kay (orgs.), *Emergency planning for industrial hazards.* Londres, Elsevier Applied Science, pp. 251-73.
- Renn, O.  
1992 'Concepts of risk: a classification'. Em S. Krimsky e D. Golding (orgs.), *Social theories of risk.* Londres, Praeger, pp. 53-79.
- Renn, O.  
1985 'Risk analysis: scope and limitations'. Em H. Otway e M. Peltu (orgs.), *Regulating industrial risks: science, hazards and public protection.* Londres, Butterworths, pp. 111-27.
- Richards, E. e  
Martin, B.  
1995 'Scientific knowledge, controversy, and public decision making'. Em S. Jasanoff; G. E. Markle; J. C. Petersen e T. Pinch (orgs.), *Handbook of science and technologie studies.* Londres, Sage Publications, pp. 506-26.
- Rip, A. e  
Groenewegen, P.  
1989 'Les faits scientifiques à l'épreuve de la politique'. Em M. Callon (org.), *La science et ses réseaux: genèse et circulation des faits scientifiques.* Paris, Éditions la Découverte/Conseil de l'Europe/Unesco, pp. 149-72.
- Rosa, E. A.; Renn, O.,  
Jaeger, C. et al.  
1995 'Risk as challenge to cross-cultural dialogue'. *32<sup>th</sup> Congress, Dialogue between cultures and changes in Europe and the World.* Trieste, International Institute of Sociology, 3-7, julho.

- Short Jr., J. F. e  
Clarke, L. (orgs.)  
1992 *Organizations, uncertainty and risk.*  
Oxford, Westview Press.
- Short Jr., J. F.  
1984 'The social fabric at risk: toward the social transformations of risk analysis'.  
*American Sociological Review*, 49, pp. 711-25.
- Shrader-Frechette, K. S.  
1985 *Risk analysis and scientific method: methodological and ethical  
problems with evaluating social hazards.* Boston, Reidel.
- Soderstrom, E. J.;  
Sorensen, J. H.;  
Copenhagen, E. D. *et al.*  
1984 'Risk perception in an interest group context:  
an examination of the TMI restart issue'.  
*Risk Analysis*, 4, pp. 231-44.
- Starr, C.; Rudman,  
R. e Whipple, C.  
1976 'Philosophical basis for risk analysis'.  
*Annual Review of Energy*, 1, pp. 629-62.
- Starr, C.  
1969 'Social benefit versus technological risk: what is our society  
willing to pay for safety?'. *Science*, 165, pp. 1.232-8.
- Theys, J.  
1987 'La société vulnérable'. Em J.-L. Fabiani e J. Theys (orgs.),  
*La société vulnérable: évaluer et maîtriser les risques.*  
Paris, Presses de L'École Normale Supérieure, pp. 3-35.
- Tierney, K. J.  
1994 'Developing a uniquely sociological perspective on risk'. Bielefeld,  
13<sup>th</sup> World Congress of Sociology, 18-23, julho.
- Van Eijndhoven,  
J. C.; Weterings, R. A.  
P. M.; Worrell,  
C. W. *et al.*  
1994 'Risk communication in the Netherlands: the monitored  
introduction of the EC *Post-Seveso* Directive'.  
*Risk Analysis*, 14, pp. 87-96.
- Van Eijndhoven, J. C.  
e Groenewegen, P.  
1991 'The construction of expert advice on health risks'.  
*Social Studies of Science*, 21: 257-78.
- Vasconcelos, F.  
1995 'Uma visão crítica do uso de padrões de exposição na vigilância  
de saúde no trabalho'. *Cadernos de Saúde Pública*, 11, pp. 588-99.
- Vaughan, D.  
1996 *The challenger launch decision: risky technology, culture, and deviance at Nasa.*  
Chicago, The University of Chicago Press.
- Walsh, E.  
1981 'Resource mobilization and citizen protest in communities  
around Three Mile Island'. *Social Problems*, 29, pp. 1-21.
- Wynne, B.  
1992 'Uncertainty and environmental learning: reconceiving science and policy  
in the preventive paradigm'. *Global Environmental Change*, 2, pp. 111-27.
- Wynne, B.  
1988 'Unruly technology: practical rules, impractical discourses and public  
understanding'. *Social Studies of Science*, 18, pp. 147-67.
- Wynne, B.  
1987 'Risk perception, decision analysis, and the public acceptance problem'.  
Em B. Wynne, *Risk management and hazardous waste: implementation  
and dialectics of credibility.* Berlim, Springer-Verlag, pp. 269-310.

Recebido para publicação em setembro de 1996.