

Análise de riscos tecnológicos ambientais: perspectivas para o campo da saúde do trabalhador

Analysis of environmental technological risks:
prospects for the worker's health field

Marcelo Firpo de Souza Porto ¹
Carlos Machado de Freitas ¹

¹ Centro de Estudos da Saúde do Trabalhador e Ecologia Humana, Escola Nacional de Saúde Pública, Fundação Oswaldo Cruz, R. Leopoldo Bulhões 1480, Rio de Janeiro, RJ 21041-210, Brasil.

Abstract *The objective of this paper is to identify theoretical questions and challenges for the public health field, especially the field of workers' health, raised by technological and environmental risks related to the workplace but going beyond it. Using industrial chemical risks as an example, the authors show the vulnerability of contemporary societies in handling such risks and the worsening situation in peripheral countries. The scope of risk analysis is presented according to the engineering, toxicological, and epidemiological approaches as well as the critique raised by the social sciences. Science alone cannot solve such complex problems as technological and environmental risks. To overcome these limits, some theoretical and methodological proposals have been developed by the risk analysis and workers' health fields. The authors emphasize the discussions on the interdisciplinary, systemic, and participant approaches, incorporating the interaction between knowledge and dialogue as fundamental conditions for the prevention and control of technological and environmental risks.*

Key words *Environmental Technological Risks; Worker's Health; Risk Assessment; Chemical Contamination; Environmental Health*

Resumo *O objetivo deste artigo é trazer para o âmbito da saúde pública, particularmente para o campo da Saúde do Trabalhador, questões teóricas e desafios colocados pelos denominados riscos tecnológicos ambientais, os quais se relacionam e ultrapassam o universo dos ambientes de trabalho. Partindo-se dos riscos químicos industriais, demonstra-se a vulnerabilidade das sociedades contemporâneas face aos mesmos e seu agravamento nos países de economia periférica. Em seguida, apresenta-se o escopo das análises de riscos pelas vertentes da engenharia, toxicologia e epidemiologia, bem como a crítica que as ciências sociais vem realizando sobre as mesmas. Conclui-se que a Ciência não é capaz de dar conta isoladamente de problemas complexos como os riscos tecnológicos ambientais. Para se avançar sobre esses limites, diversas propostas integradoras do nível teórico-metodológico vêm sendo desenvolvidas nos campos da análise de riscos e da saúde do trabalhador. Dentre estas, destacam-se aquelas sobre interdisciplinaridade, abordagens sistêmicas e participativas, que incorporam o saber dos trabalhadores e comunidades, forjando a interação entre conhecimento e diálogo como condição fundamental da prevenção e controle dos riscos tecnológicos ambientais.*

Palavras-chave *Riscos Tecnológicos Ambientais; Saúde do Trabalhador; Análise de Riscos; Contaminação Química; Saúde Ambiental*

Introdução

O campo da *Saúde do Trabalhador* possui como objeto de investigação, de acordo com Mendes & Dias (1991), o *processo saúde e doença* dos trabalhadores na sua relação com o trabalho, ou ainda, segundo Machado & Gomez (1995), a relação entre *processo de trabalho e saúde*. Ao nosso ver, um dos seus principais desafios, enquanto campo recente de conhecimentos e práticas no interior da Saúde Pública brasileira e que busca romper com as abordagens fragmentadoras presentes na *Medicina do Trabalho* e na *Saúde Ocupacional*, é ser capaz de construir uma abordagem teórico-metodológica integradora. Esta abordagem busca colocar os trabalhadores enquanto sujeitos fundamentais da transformação das suas condições de trabalho e saúde. Desta forma, sua conformação multiprofissional e a busca de abordagens interdisciplinares deve possibilitar não somente um aprofundamento das disciplinas que podem compor o campo – provenientes das áreas biomédica, tecnológica, sociais e humanas –, mas também, e principalmente, um diálogo entre as mesmas e os diversos atores envolvidos, particularmente os trabalhadores, dentro de uma perspectiva transformadora do conhecimento e da realidade social.

Nossas experiências institucionais e acadêmicas neste campo vêm revelando uma tendência à ampliação espacial, ecológica e social, tanto dos efeitos como da percepção e tematização pública dos riscos decorrentes dos processos produtivos, em particular envolvendo questões como os desastres industriais, a degradação dos ecossistemas e os problemas de saúde das populações circunvizinhas aos sítios industriais. Se num primeiro momento do processo de industrialização, eram os trabalhadores os grandes atingidos pelo desenvolvimento tecnológico, na atualidade os riscos tendem a se universalizar, afetando moradores, consumidores e ecossistemas regionais ou mesmo globais.

Nesse contexto, vem se firmando o conceito de *riscos tecnológicos ambientais*, sendo associados às novas tecnologias químicas, radioativas e geneticamente engenheiradas e seus perigos para a saúde e o meio ambiente. Esse processo vem dinamizando a análise científica dos riscos industriais, pois discute-os num nível mais abrangente – o da tecnologia em suas diversas dimensões, como a técnica, cognitiva, social, cultural e mesmo filosófica –, e não mais delimitando-o ao nível dos locais de trabalho. Repensar a questão do risco do ponto de vista da tecnologia também nos coloca frente à ne-

cessidade de integrarmos as análises relacionadas aos riscos internos e externos aos muros fabris, fortalecendo a interface do campo da *Saúde do Trabalhador* com a dimensão ambiental mais geral. A necessidade desta integração é particularmente visível quando analisamos os problemas das indústrias químicas: a fragmentação entre políticas e ações institucionais representada pelos órgãos ambientais – responsáveis pelo “lado de fora” – e de saúde do trabalhador em torno de riscos e causas comuns é absolutamente artificial.

Como resultado desse processo vem ocorrendo uma tendência de ruptura das abordagens disciplinares clássicas que analisam os riscos e seus efeitos sobre a saúde e o meio ambiente através do paradigma científico da compartimentação disciplinar, que fragmenta as análises em função dos corpos (Ciências Biomédicas) e mentes afetadas (Psicologia), do ambiente interno à fábrica (Engenharia, Administração e demais disciplinas envolvidas no projeto e gestão dos processos produtivos) e do ambiente externo, incluindo a esfera social (Geografia, Sociologia, Antropologia, Economia e Ecologia). A tendência à ruptura desse paradigma expressa simultaneamente uma crise do conhecimento científico e um aumento da complexidade, no nível de análise, dos efeitos dos processos produtivos sobre a vida biológica e social do planeta. Outra faceta dessa crise se encontra nos limites das respostas sociais e institucionais para levar a cabo tais problemas. É neste contexto de crise e mudança que vêm sendo desenvolvidos novos conhecimentos, áreas de pesquisa e práticas institucionais pautados em equipes multiprofissionais e abordagens interdisciplinares, buscando, desta forma, gerar metodologias menos fragmentadas de análise e resolução dos problemas em questão (Porto, 1994; Tambellini, 1994; Garcia, 1994).

Trabalhar integradamente as questões relacionadas à saúde do trabalhador e ao meio ambiente é um passo fundamental para se desenvolver novas abordagens teórico-metodológicas que possibilitem avançar nos processos de análise e intervenção sobre as situações e eventos de riscos que são colocados para trabalhadores, populações vizinhas às indústrias e o meio ambiente como um todo. Abordagens teórico-metodológicas integradoras envolvendo questões ambientais surgem, segundo Garcia (1994), como resposta à complexidade do próprio objeto, não apreendido pelas abordagens multidisciplinares, já que a realidade analisada não é somente a soma dos estudos realizados por especialistas de distintas disciplinas.

Para tanto, a integração exigiria um enfoque interdisciplinar e sistêmico, possibilitando a geração sucessiva de sínteses integradoras ao longo dos estudos, através de interpretações sistêmicas e diagnósticos integrados, permitindo articulações e proposições alternativas não obtíveis por análises isoladas de especialistas, envolvendo desde soluções técnicas localizadas até propostas de políticas públicas mais globais.

A evolução dos estudos com estas características compreende um processo interativo e não linear de médio prazo, através de um movimento dialético entre as fases de *diferenciação* – onde estudos específicos são realizados por especialistas – e *integração*, e entre as etapas de diagnóstico e geração de propostas alternativas. A possibilidade de sucesso durante as fases de integração e geração de alternativas depende fortemente, além da escolha das áreas e especialistas que melhor respondem às características do problema analisado, da capacidade dos membros da equipe de desenvolverem um diálogo de interfaces entre os problemas colocados por seu campo específico de conhecimento com os outros estudos realizados no âmbito do projeto.

Nessa perspectiva, as discussões que vêm sendo colocadas no campo da *Análise de Riscos* para as questões relacionadas aos sistemas tecnológicos complexos, como o caso das indústrias presentes no complexo químico industrial (Perrow, 1984; Wynne, 1987a; Freitas, 1996), e seus riscos para a saúde e o meio ambiente, servirão de referência para nos refletirmos sobre as possibilidades de desenvolvimento de uma abordagem teórico-metodológica integradora.

A vulnerabilidade das sociedades contemporâneas aos riscos tecnológicos ambientais: o caso dos riscos químicos

Principalmente a partir da II Guerra Mundial, a automação e complexificação dos processos químicos industriais, impulsionados pela concorrência capitalista e a globalização da economia de escala, resultante das grandes plantas (Marshall, 1987), vêm possibilitando operações cada vez mais sofisticadas em ritmos cada vez mais rápidos, resultando na expansão da capacidade de produção, armazenamento, circulação e consumo de substâncias químicas em nível mundial. Uma planta industrial para craquear nafta e produzir 50.000 toneladas/ano de etileno, que era considerada de grande porte nos anos 60, passou nos 80 a ser

considerada pequena, pois as novas tecnologias de processo industrial e armazenamento permitiram que ultrapassassem a escala de 1 milhão de toneladas/ano (Theys, 1987; Weyne, 1988). A capacidade dos navios petroleiros passou de 40.000 toneladas no pós-guerra para 500.000 toneladas nas décadas recentes. O armazenamento de gás seguiu o mesmo ritmo, passando de 10.000 m³ para 120.000/150.000 m³ (Theys, 1987). Este desenvolvimento da tecnologia química em processos e produtos vem multiplicando bastante a circulação mundial de substâncias químicas, sendo a comercialização de substâncias orgânicas um exemplo disto, passando de 7 milhões de toneladas em 1950 para 63 milhões em 1970, 250 milhões em 1985 e 300 milhões em 1990 (Korte & Coulston, 1994).

Todo esse processo implica que as várias fases do ciclo produtivo – extração, produção, armazenamento, transporte, uso e descarte – têm contribuído para o crescimento das concentrações de substâncias químicas normalmente inexistentes em ambientes não industrializados. Segundo o Programa Internacional de Segurança Química, existem mais de 750.000 substâncias conhecidas no meio ambiente, sendo de origem natural ou resultado da atividade humana (IPCS, 1992). Cerca de 70.000 são cotidianamente utilizadas pelo homem, sendo que aproximadamente 40.000 em significativas quantidades comerciais (IPCS & IRPTC, 1992). Desse total, calcula-se que apenas cerca de 6.000 substâncias possuam uma avaliação considerada como minimamente adequada sobre os riscos ao homem e ao meio ambiente. Acrescente-se a este quadro a capacidade de inovação tecnológica no ramo químico, que não só vem complexificando os sistemas tecnológicos de produção, como colocando disponível no mercado a cada ano entre 1.000 e 2.000 novas substâncias.

A própria lógica de desenvolvimento industrial e inovações tecnológicas no ramo químico vem possibilitando um crescimento dos riscos numa velocidade bem maior do que a capacidade científica e institucional de analisá-los e gerenciá-los. Isso vem contribuindo ainda mais para a vulnerabilidade das sociedades contemporâneas aos riscos químicos, seja através de emissões contínuas como nos casos da Baía de Minamata no Japão e de Cubatão no Brasil, seja através dos desastres industriais como Seveso (Itália), Bhopal (Índia) e Vila Socó (Brasil).

Nesse cenário, principalmente nos países industrializados, trabalhadores, moradores e grupos ambientalistas têm-se organizado e co-

brado posições mais rigorosas de controle e transformação social, em processos eventualmente fragmentados pela diversidade de interesses conflitantes e pela dificuldade de serem estabelecidas visões aglutinadoras das causas dos problemas e estratégias de ação para o controle e mitigação. De qualquer modo, parece que as críticas ecológicas globais colocam-se como possível elo de ligação entre os envolvidos, formando a base ética para possíveis alianças políticas e aproximando o tema risco tecnológico à discussão ecológica mais ampla (Beck, 1992).

Conforme observa Theys (1987), o tema do risco tecnológico é cada vez mais importante para analisarmos a *vulnerabilidade* das sociedades contemporâneas, pois revela diversas características de distúrbio e pane social nas mesmas, tais como: perda de autonomia dos cidadãos no controle dos riscos; a opacidade dos fatos ocorridos em casos de acidentes; a exposição a riscos múltiplos; a fragilidade da sociedade frente às catástrofes; a ingovernabilidade das situações críticas; a rígida centralização dos sistemas tecnológicos, gerando efeitos “dominó” em múltiplas áreas interdependentes para o funcionamento desses sistemas; o enorme potencial de perdas e danos envolvidos, entre outros. Nesse cenário, embora com a capacidade ainda limitada, a análise de riscos tecnológicos ambientais vem cumprindo um importante papel nas sociedades contemporâneas no que se refere tanto às respostas aos danos à saúde e ao meio ambiente, como também aos problemas sociais que lhe são simultâneos. Nos países de economia semi-periférica, como o Brasil, aos riscos decorrentes da própria industrialização somam-se as fragilidades sociais, institucionais e técnicas existentes, caracterizando uma maior vulnerabilidade dessas sociedades frente aos riscos tecnológicos ambientais.

A institucionalização da ciência da análise de riscos tecnológicos e ambientais nos anos 80

Desde os anos 70, o crescimento da consciência ecológica e do movimento ambientalista vem imprimindo uma nova dinâmica social aos riscos tecnológicos ambientais. Essa mobilização social em torno desses riscos tem sido responsável, em boa parte, pelo esforço da comunidade científica no desenvolvimento teórico e aplicação de novas metodologias para estimar e avaliar os riscos de maneira quantitativa e probabilística (Renn, 1985). Por um lado,

desenvolveram-se e aprimoraram-se os testes de laboratórios, métodos epidemiológicos, modelagens ambientais, simulações em computadores e avaliações de riscos na engenharia, possibilitando uma maior acurácia na identificação e mensuração dos riscos (Covello & Mumpower, 1985). Por outro, cresceu o número de especialistas que passaram a ter como foco principal do seu trabalho os riscos à saúde, segurança industrial e meio ambiente, contribuindo assim para a profissionalização e institucionalização da análise de riscos, sendo um marco desse processo a formação, em caráter internacional, da Sociedade para Análise de Riscos em 1980 (Otway, 1985).

O desenvolvimento dos métodos científicos de análises de riscos tecnológicos ambientais foi norteado pela idéia de que as decisões regulamentadoras sobre riscos poderiam ser menos controversas se pudessem ser tecnicamente mais rigorosas e baseadas em uma firme base “factual”. Esta base deveria ser construída a partir dos dados disponíveis suplementados por cálculos probabilísticos, testes de laboratório, extrapolações teóricas e julgamentos “objetivos”, oriundos de análises estatísticas, enfoques sistêmicos e da experiência de *experts*. Desse modo, poderia chegar-se aos valores esperados, correspondentes às frequências relativas de acidentes ou de emissões calculados sobre o tempo e a magnitude das consequências sobre as populações expostas (Starr et al., 1976; Otway, 1985; Renn, 1985, 1992).

Nos anos 80, a emergência da Ciência da Análise de Riscos, mais do que uma resposta técnica às preocupações coletivas, convertia-se também numa determinada resposta política à formação de consenso social nos processos decisórios. Nesse contexto, um objetivo subjacente era, ao transformar determinadas escolhas sociais, políticas e econômicas em problemas “puramente” técnicos e científicos, despolitizar os debates envolvendo a aceitabilidade dos riscos. Para os riscos químicos industriais, três campos do conhecimento técnico-científico constituem o eixo desta resposta: a Engenharia, a Toxicologia e a Epidemiologia. Para melhor compreendermos esta resposta, apresentaremos de forma breve, a seguir, como se estruturam as análises de riscos nestes três campos.

Análises de riscos segundo a engenharia

Dentro das engenharias existem classicamente algumas áreas e corporações técnico-científicas que trabalham com o tema dos riscos tecnológicos. Para a engenharia, de modo geral, a

noção de risco estaria relacionada a uma expressão quantitativa que costuma ser expressa através do resultado entre a probabilidade de eventos ou falhas vezes a magnitude das conseqüências sobre o tempo. A quantificação das conseqüências costuma também ocorrer monetariamente, demonstrando a influência economicista e do modelo custo-benefício. Contudo, devido às críticas morais e políticas relacionadas às tentativas de quantificação monetária de vidas humanas ou meio ambiente afetados, essas análises freqüentemente acabam por ser evitadas nas discussões públicas.

Com as diversas transformações que se intensificaram a partir dos anos 70, tanto no nível tecnológico, através do desenvolvimento de tecnologias complexas e cujas conseqüências econômicas e políticas dos acidentes – notadamente nos setores aeroespacial, nuclear e, posteriormente, químico –, como no nível social, a partir de uma maior organização e pressão por parte de trabalhadores, ambientalistas e certos setores industriais críticos, a engenharia de segurança clássica passou a ser cada vez mais pressionada a assumir um novo enfoque (Dwyer, 1992). Sua abordagem fragmentadora na compreensão do processo produtivo e culpabilizante dos trabalhadores pautada nos conceitos de *atos inseguros* e *condições inseguras*, e que ainda é amplamente utilizada por técnicos e engenheiros de segurança no Brasil, já não mais respondia às questões relacionadas aos riscos tecnológicos cada vez mais complexos.

As tecnologias que ganham maior impulso a partir dos anos 70 caracterizam-se por serem extremamente complexas – o que Perrow (1984) denominou de *sistemas complexos altamente interligados* –, onde disfunções em certos subsistemas podem, através do chamado efeito dominó, levar a acidentes sistêmicos, onde todo ou expressiva parte do sistema é destruída, implicando prejuízos de enorme valor. Nessas tecnologias, a *confiabilidade* técnica do sistema precisava ser profunda e extensamente avaliada e controlada. Fica patente que a engenharia de segurança clássica não poderia dar conta dessa demanda, e uma série de novas técnicas de análise de confiabilidade, incluindo o cálculo probabilístico de falhas possíveis de componentes a partir da lógica matemática booleana, foram criadas a partir dos anos 50. Posteriormente, essas técnicas foram e vêm sendo disseminadas para o conjunto dos outros setores industriais de menor complexidade tecnológica, conformando uma abordagem técnica mais efetiva na compreensão, análise e controle dos acidentes industriais.

Os métodos sistêmicos de análises de riscos desenvolvidos vêm sendo aplicados nas indústrias de processos, como é o caso das químicas de transformação, basicamente como ferramentas para a decisão acerca da aceitabilidade de uma nova planta industrial e para a melhoria da confiabilidade dos sistemas técnico e organizacional existentes. Segundo a UNEP (1992), os resultados de tais métodos servem para decidir sobre: (a) a *localização geográfica dos processos e operações industriais perigosas*; (b) *os investimentos nos equipamentos voltados à prevenção de acidentes e limitação de suas conseqüências*; (c) *os projetos tecnológicos de processos de fabricação e sistemas de controle*; (d) *a criação de rotinas operacionais e de manutenção*; (e) *a elaboração de documentos de segurança para a organização*.

Não é objetivo deste artigo detalharmos alguns dos vários métodos de análise de riscos que vêm se difundindo nas indústrias de processos nos últimos 20 anos. Tais métodos vêm servindo de ferramenta para a identificação dos perigos, probabilidades de ocorrência, desenvolvimento de cenários e análise de conseqüências dos acidentes industriais nas indústrias de processos, particularmente em instalações de alto risco. A título de ilustração, apresentamos na Tabela 1 algumas das técnicas indicadas na literatura internacional para a análise de riscos, organizada de acordo com a classificação proposta pela UNEP (1992).

Os métodos apresentados possuem um caráter preditivo, no sentido de buscarem avaliar os riscos de acidentes antes que esses ocorram, com alguns resultando em valores probabilísticos de riscos, por exemplo, através do número de acidentes ou óbitos esperados ao longo do tempo. Contudo, a abordagem sistêmica também influenciou a análise de acidentes *a posteriori*, como na técnica da árvore de causas, similar à análise de árvore de falhas, porém de caráter qualitativo. A realização de árvores de causas em acidentes ocorridos vem sendo utilizada como uma interessante ferramenta, no sentido de revelar a teia de falhas técnicas e organizacionais que costumam se esconder por detrás dos eventos finais (Paté-Cornell, 1993), sendo inclusive recomendadas pela Organização Internacional do Trabalho (OIT, 1991) e tendo sua utilização no Brasil reivindicada por parte do próprio movimento sindical.

Este avanço metodológico vem sendo fundamental para a mudança de concepção sobre as causas principais dos acidentes, que deixam de culpar trabalhadores por falhas individuais, e passam a focalizar as falhas do gerenciamento de riscos desde o nível da concepção

Tabela 1

Exemplos de métodos de análise de riscos utilizados na prevenção de acidentes químicos ampliados.

Métodos gerais

Checklists: Utilizados para identificar fontes de riscos e agravantes em processos e instalações já existentes, através de listas de especificações técnicas e operacionais dos processos, equipamentos e procedimentos.

Análise preliminar de riscos: Método simplificado, é utilizado para identificar fontes de riscos, conseqüências e medidas corretivas simples, sem aprofundamento técnico, resultando em tabelas de fácil leitura.

Análise "What if?": Normalmente utilizada nas fases iniciais de projeção. Trata-se de um método especulativo onde uma equipe busca responder o que poderia acontecer caso determinadas falhas surjam.

Matriz de riscos: Consiste numa matriz onde se busca verificar os efeitos da combinação de duas variáveis. Um exemplo clássico é o das reações químicas, avaliando-se os efeitos da mistura acidental de duas substâncias existentes.

Métodos mais detalhados

Análise de modos de falhas e efeitos: Analisa como as falhas de componentes específicos de um equipamento ou subsistema do processo se distribuem ao longo do sistema, entendido este como um arranjo ordenado de componentes inter-relacionados. A estima quantitativa das probabilidades de falhas é feita pela técnica de árvore de falhas.

HAZOP (Hazard and Operability Studies): É um dos métodos mais conhecidos na análise de riscos na indústria química, onde uma equipe busca, de forma criativa, identificar fatores de riscos e problemas operacionais em subsistemas do processo. Verifica-se, por exemplo, o que acontece quando se adiciona mais, menos ou nenhuma substância num tanque de reação. Supostamente, além de se ter um amplo diagnóstico dos riscos existentes, as instalações que passam pelo HAZOP aumentam seu nível de confiabilidade.

Dow e mond index: Métodos desenvolvidos pela Dow e ICI para identificar, quantificar e classificar as diferentes seções do processo de acordo com o potencial de risco de incêndios e explosões, providenciando informações para o projeto e gerenciamento de instalações perigosas.

Métodos de árvores

Análise de árvore de falhas: É um método dedutivo que visa determinar a probabilidade de determinados eventos finais. Busca-se construir a malha de falhas anteriores que culminam no evento final, atribuindo-se uma taxa de falha a cada item anterior que compõe a árvore, chegando-se então à probabilidade final, através da lógica tipo e/ou do uso da álgebra booleana.

Análise de árvore de eventos: É um método similar ao anterior, porém indutivo, pois parte de falhas iniciais buscando identificar as possíveis implicações nos estágios mais avançados do processo.

Análise de causa e efeito: É uma combinação dos dois métodos anteriores. Parte-se de um evento intermediário e, então, busca-se chegar ao conjunto de eventos anteriores (causas) e posteriores (efeitos).

Análise de conseqüências: É considerada uma técnica final para se avaliar a extensão e gravidade de um acidente. A análise inclui: a descrição do possível acidente, uma estimativa da quantidade de substância envolvida, e, quando for do tipo emissão tóxica, calcular a dispersão dos materiais – utilizando-se de modelos de simulação computadorizados – e avaliar os efeitos nocivos. Os resultados servem para estabelecer cenários e implementar as medidas de proteção necessárias.

Fontes: Greenberg & Cramer, 1991; UNEP, 1992; OIT, 1991; Flohtman & Mjaavaten, 1993; Fantazzini & De Cicco, 1988.

tecnológica até as estratégias de treinamento, manutenção e produção que as empresas adotam. Já a magnitude dos possíveis efeitos à saúde provocados pela emissão de substâncias perigosas é calculada através de modelos de análise de conseqüências, sendo para esses casos as informações provenientes da Toxicologia e Epidemiologia de fundamental importância.

Análises de riscos segundo a toxicologia e a epidemiologia

A Toxicologia – através de testes de laboratório com animais e humanos, medições biológicas e ambientais – e a Epidemiologia – através de estudos onde são comparadas populações expostas às substâncias perigosas com as populações não expostas – buscam estabelecer as

relações causais entre a exposição a determinados agentes e os danos causados à saúde dos seres humanos e outros organismos vivos, de modo a subsidiar os processos decisórios sobre riscos e o estabelecimento de estratégias de gerenciamento dos mesmos. Isso é realizado através de um conjunto de procedimentos formais, tal como podemos verificar na Figura 1 nas fases de pesquisa e avaliação (Canter, 1989).

Smith (1992) sistematiza os procedimentos de avaliação de riscos em quatro etapas. A primeira é a *identificação do perigo*, onde a substância química e suas inerentes propriedades perigosas são identificadas pelo conhecimento de suas propriedades químicas e físicas tais como: toxicidade; ecotoxicidade; persistência no meio ambiente; bioacumulação; mobilidade e destino ambiental. A segunda é a *estimativa de risco*, na qual há a quantificação da dose-efeito e da dose-resposta, do efeito adverso, sua reversibilidade ou irreversibilidade, dose limite e níveis de efeitos não-adversos, usando dados provenientes de estudos *in vivo* e *in vitro*; estudos de biota ambiental sobre condições de laboratório; e estudos de campo. A terceira é a *avaliação de exposição*, onde ocorre a quantificação da exposição de alvos ou sistemas alvos, tais como populações humanas, espécies ambientais e/ou ecossistemas, sendo baseada em medições das concentrações ambientais, sua distribuição, rotas, destino, ambientes receptáculos e populações alvo. A última etapa é a *caracterização do risco*, onde são estabelecidas as probabilidades de uma substância química

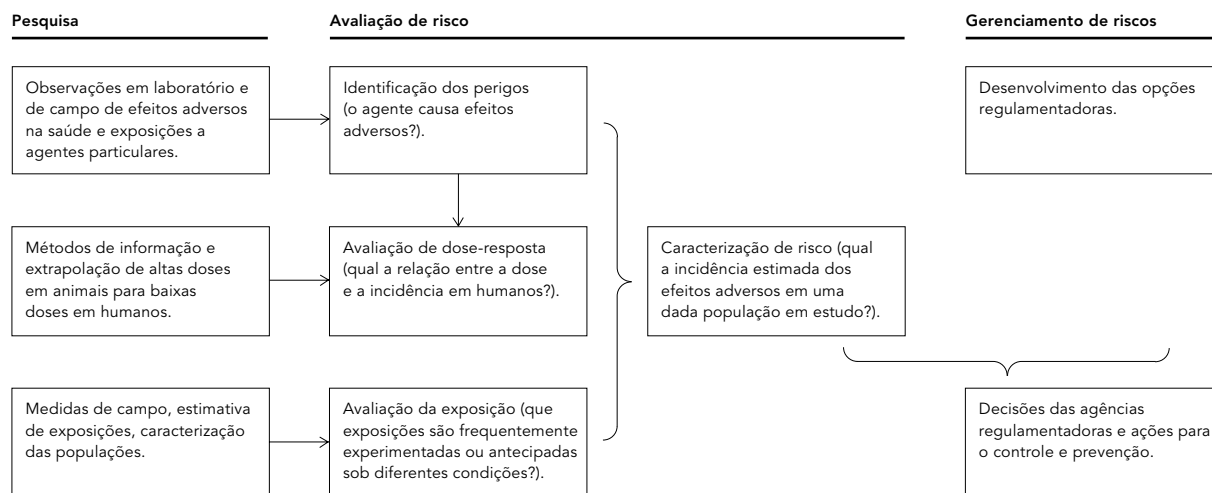
causar efeitos adversos como resultado de um trabalho específico, manuseio ou emissão ambiental, sendo usados dados provenientes de: exposição (intensidade, frequência e duração); rotas de exposição; toxicidade e ecotoxicidade. A caracterização do risco pode ser inferida quantitativamente a partir da relação entre exposição e parcela da população afetada.

Embora a Toxicologia e a Epidemiologia venham exercendo um importante papel para o desenvolvimento do campo de análises de riscos de substâncias químicas, vem se discutindo cada vez mais uma série de questões sobre seus limites, colocando-se a necessidade de serem repensadas, de modo a aumentarem sua capacidade de respostas para os problemas que vêm sendo colocados nos ambientes internos e externos às indústrias químicas. Para a Toxicologia, por exemplo, alguns autores questionam a relevância dos testes de laboratório em animais ou sistemas biológicos isolados, uma vez que podem ser bastante limitados por conta da diferenciação na absorção, metabolismo e suscetibilidade entre as espécies, além de outras restrições (Nelson, 1988; Barnes, 1994).

O mesmo vem acontecendo com a Epidemiologia. Quando a relação dose-resposta é claramente observada em casos de exposição de seres humanos, a associação causal entre o agente químico e as conseqüências sobre a saúde é fortalecida. Porém, muitas vezes a relação dose-resposta não é observada, não possibilitando uma clara associação, tal como previsto a partir dos testes de laboratórios com

Figura 1

Elementos da avaliação de riscos e gerenciamento de riscos.



Fonte: Canter, 1989.

animais. Entretanto, isso não necessariamente evidencia o enfraquecimento da associação causal em seres humanos, já que diversos fatores influenciam bastante o resultado final, como as hipóteses prévias, os modelos teórico-metodológicos, a propriedade dos desenhos de estudo para a questão a ser resolvida e dos instrumentos desenvolvidos para o mesmo, assim como a qualidade dos dados coletados, as medições das exposições e seus resultados, contribuindo para fortalecer ou não determinadas associações causais (Checkoway, 1993). A estruturação de todos esses fatores, associada aos interesses sociais, políticos e econômicos que se encontram em jogo, tende a direcionar os resultados finais desses estudos (Freitas & Mello, 1993).

Outras questões importantes referem-se à *susceptibilidade* e à *especificidade*. A *susceptibilidade* dos seres humanos pode ser configurada por fatores genéticos e/ou sociais, sendo estes últimos o resultado de precárias condições de vida, contribuindo para que certos indivíduos possuam uma maior susceptibilidade ao desenvolvimento de doenças causadas pelas substâncias químicas (Mercier, 1990; WHO, 1992; Jeyaratnan, 1993; Ong et al., 1993). Nestes casos coloca-se a questão do que devemos considerar como fator causal, a susceptibilidade ou a substância química. A questão da *especificidade* é outra importante, pois um agente químico pode causar não só uma, mais diversos tipos de doenças, enfraquecendo a relação causal (OMS, 1993). No acidente de Seveso, por exemplo, esperava-se que a dioxina viesse a causar uma maior incidência de câncer na população exposta, tal como havia sido identificado nos testes de laboratório com essa substância. Porém, os estudos epidemiológicos cobrindo 10 anos de acompanhamento da população exposta não identificaram, até hoje, uma maior incidência de câncer e sim de mortalidade por problemas cardiovasculares, hipotetizando-se que mecanismos de toxicidade da dioxina e o estresse a que a população foi submetida por conta do evento podem estar contribuindo independente ou interdependentemente (Bertazzi, 1991; Bertazzi et al., 1993).

Todas essas questões vêm colocando a necessidade de se repensar o atual paradigma que orienta as avaliações de riscos provocados por substâncias químicas na Toxicologia e na Epidemiologia (Barnes, 1994; Abelson, 1990), exigindo-se que algumas mudanças ocorram. Romper com a atual separação entre a avaliação – o que se deseja saber acerca dos riscos de determinada substância – e o gerenciamento de riscos – o que se deseja fazer acerca dos ris-

cos desta substância –, superar a abordagem que se detém em um único agente químico ou poucos agentes que colocam grandes riscos para os expostos em uma dada situação, considerar em conjunto os problemas ambientais mais amplos e seus efeitos, através de uma abordagem mais holística, são algumas das mudanças que vêm se colocando como necessárias (Abelson, 1990; Hart & Jensen, 1992; Barnes, 1994).

A crítica das análises de riscos tecnológicos e ambientais pelas Ciências Sociais

De acordo com Wynne (1992), a raiz dos limites e incertezas nas análises de riscos tecnológicos ambientais se encontra na própria origem do campo. Suas origens intelectuais e metodológicas se encontram relacionadas aos sistemas de riscos *intensivos*, onde os problemas eram relativamente bem estruturados, tais como os riscos à segurança nas tecnologias adotadas em plantas químicas e nucleares, aviões e aeroespaciais. Nesses sistemas, os processos tecnológicos e os parâmetros são, de modo geral, bem definidos e a confiabilidade dos componentes isolados pode ser testada e relativamente controlada. As análises de riscos são, nesses casos, parte integral do projeto tecnológico, de modo que não devem ser desenvolvidas após o projeto, exercendo o papel de influenciar os critérios e as escolhas de um modo normativo. Entretanto, é importante observar que mesmo nesses sistemas de riscos *intensivos*, em que a Engenharia exerce um papel preponderante, os problemas têm se mostrado bem menos estruturados, definidos e controlados do que acreditavam os analistas de riscos e projetistas de tecnologias. Por vezes, mostram-se bem mais complexos e exibem propriedades surpreendentes e não previstas – sistematicamente como observaria Perrow (1984) –, indicando serem tais sistemas bem menos determinados pelas forças de controle do que os analistas de riscos e projetistas de tecnologias reconhecem (Wynne, 1992).

Quando se trata de problemas *extensivos*, tais como os riscos ambientais nos níveis global e local provocados pelos riscos industriais, a complexidade e uma série de incertezas se agravam e se ampliam. Assim como nos sistemas tecnológicos, encontramos interações não-lineares de partes que são altamente interligadas, possibilitando múltiplas e inesperadas interações que se tornam muitas vezes incompreensíveis e invisíveis aos seres humanos.

Só que, para o caso dos problemas ambientais, esta complexidade é acentuada, tanto pela biodiversidade, como pela grande variabilidade genética encontrada entre os seres vivos de uma mesma espécie, além das diferenças entre as composições químicas dos solos, águas e atmosferas, o que muitas vezes é agravado pelas condições sociais em que se encontram as populações e o meio ambiente. As limitações do conhecimento científico disponível são, nesses casos, particularmente para a Toxicologia e a Epidemiologia, potencialmente mais sérias porque, como observa Wynne (1992), os sistemas em questão, não sendo artefatos tecnológicos, não podem ser projetados, manipulados e reduzidos dentro dos limites do conhecimento analítico existente.

Nas últimas décadas assistimos a um grande incremento das técnicas de análise de riscos. Entretanto, é importante salientar que este ocorreu ao custo de se ignorar serem os riscos fortemente determinados por processos sociais, seja nos casos das análises de sistemas tecnológicos e seus riscos (Wynne, 1987a; Perrow, 1984), seja nos casos das análises ambientais (Wynne, 1989, 1992). Além do mais, não levavam em consideração o fato de os riscos não se limitarem somente aos danos físicos mensuráveis, sendo constituído por outros mais sutis, tais como os danos psicossociais sobre as populações expostas, além de suas implicações nas relações institucionais e sociais estabelecidas (Soderstrom et al., 1984; Otway, 1985; Wynne 1987b; Duclos, 1987; Bertazzi, 1989).

As análises técnicas de riscos, ao ignorarem ou subestimarem a dimensão social, a qual inevitavelmente interage com os próprios riscos e suas análises, acabam por deixar de lado uma questão fundamental, ou seja: os riscos tecnológicos ambientais não podem ser analisados somente enquanto entidades físicas – sistemas tecnológicos nos processos de produção ou substâncias perigosas enquanto matéria prima e produto – que existem independentemente dos seres humanos que os analisam e vivenciam, sendo simultaneamente constituídos por processos sociais (Bradbury, 1989). O risco e a tecnologia como somente atributos físicos existem como realidade apenas no micro-mundo criado pelos analistas de riscos (Jasanoff, 1993).

Para as Ciências Sociais, a completa dimensão dos riscos tecnológicos ambientais não pode ser capturada somente pelas análises realizadas pela Engenharia, Toxicologia e Epidemiologia, já que qualquer ideal de objetividade científica seguramente deverá reconhecer a inevitabilidade dos processos e relações sociais

que envolvem a geração e as conseqüências das situações e eventos de riscos, bem como a sistemática subjetividade dos *experts* como parte objetiva do processo científico. Essa interação, que é por vezes bastante sutil e complexa, é freqüentemente assumida pelos analistas de riscos como inexistente, ou no mínimo separada por uma quase intransponível barreira entre os mundos físicos e sociais. Esquecem-se de que a tecnologia e o meio ambiente são continuamente construídos e desconstruídos através de processos sociais, sendo o risco um produto desta constante interação (Jasanoff, 1993). Considerar a tecnologia, o meio ambiente e o risco como resultantes de processos sociais conduz à formulação de uma nova visão de gerenciamento de riscos, onde são considerados aqueles que percebem os riscos (populações vizinhas às indústrias e trabalhadores), as instituições públicas e privadas envolvidas – entendidas enquanto porta-vozes de interesses sociais, políticos e econômicos estruturados na sociedade – e os contextos sociais e culturais em que o risco é analisado e gerenciado (Bradbury, 1989).

A tecnologia, o meio ambiente e os riscos enquanto construções sociais evidenciam que o gerenciamento de riscos, o qual não pode ser separado de suas análises, não depende somente da promulgação de estratégias formuladas pelos *experts*. Como observa Rappaport (1988), a análise de risco pós-moderna deve tomar o sistema sócio-ecológico como um todo em seu domínio, incorporando a natureza das percepções em suas análises, não somente como fonte externa de má compreensão das informações probabilísticas construídas pelos analistas de riscos, mas como parte integrante das mesmas. Otway (1992), numa severa crítica aos analistas de riscos que não consideram a dimensão social e a questão da subjetividade, embora estejam permanentemente embrenhados nas mesmas, considera importante não somente incorporar as percepções e atitudes daqueles que se encontram expostos aos riscos, mas também desenvolver estratégias de análise e decisão que possibilitem uma efetiva participação desses atores sociais, como trabalhadores e comunidades vizinhos às indústrias.

Uma perspectiva participativa pressupõe a contextualização dos riscos em suas várias dimensões, além da análise de suas conseqüências. Estes dois aspectos buscam ser apreendidos pelas noções de *situações e eventos de riscos*, que são originalmente provenientes do trabalho de Kasperson et al. (1988) e tentam superar as visões mais estáticas de *riscos crônicos e agudos*. A noção mais geral de situação de ris-

co busca caracterizar os riscos como necessariamente existentes em contextos espaciais e temporais, envolvendo dinâmicas simultaneamente sociais, técnicas e biológicas, e onde se situam aqueles que os vivenciam no seu cotidiano. Já a noção de evento de risco refere-se às manifestações mais diretas dos próprios riscos, expressando alterações mais ou menos radicais das situações vigentes, seja ao nível da produção, saúde e meio ambiente. Exemplos de eventos de risco podem se situar desde a revelação de vazamentos acidentais ou de rotina considerados perigosos, acidentes diversos, ou mesmo o tornar público o diagnóstico de doenças e outras conseqüências adversas decorrentes de certos riscos industriais.

A incorporação da percepção de riscos e de formas de incorporação do saber daqueles que vivenciam as situações e eventos de riscos vem constituindo um importante avanço no campo da *Análises de Riscos*, podendo ser um dos passos para o que Jasanoff (1993) considera interligar as duas culturas – a técnica-quantitativa e a social-qualitativa – que o compõem. Porém, um maior avanço fica condicionado a se considerar tanto a percepção de riscos, como as situações e eventos de riscos, enquanto construções sociais, evitando-se assim cair na armadilha de se reificar o conceito de risco, de tecnologia e de meio ambiente, impossibilitando uma participação mais efetiva não somente das Ciências Sociais nas análises de riscos, mas também, e principalmente, do saber daqueles que se encontram expostos no seu cotidiano de vida e trabalho (Freitas, 1996).

Perspectivas da análise de riscos tecnológicos ambientais para o campo da saúde do trabalhador

Conforme podemos observar na Figura 2, reproduzido de Renn (1992), as diversas perspectivas que compõem o campo de *Análises de Riscos* possuem conceitos de riscos bastante diferenciados, sendo isso o resultado da seleção da unidade básica para a apresentação dos resultados, da escolha das metodologias, dos riscos que são avaliados e sua complexidade – unidimensional ou multidimensional –, das funções instrumental e social das perspectivas de risco, e dos seus objetivos em termos de aplicação. As abordagens da Engenharia, da Toxicologia e da Epidemiologia caracterizam-se por serem unidimensionais, tendo como objetivo proteger os sistemas tecnológicos, a saúde e o meio ambiente através da detecção de riscos e, quando possível, alertas antecipados.

As abordagens que integram a perspectiva social – Psicologia, Sociologia e Antropologia – caracterizam-se por serem multidimensionais, tendo como objetivo compreender e subsidiar os processos decisórios e a regulação de riscos, procurando contribuir para a resolução dos conflitos sociais e para um processo de comunicação de riscos mais efetivo em termos de proteção à saúde e ao meio ambiente. As diferentes perspectivas, agrupadas ou tratadas individualmente, demonstram que para as análises de riscos existem conceitos, modos de abordagem e objetivos bastante diferenciados, revelando serem isoladamente insuficientes para dar conta de problemas complexos.

O avanço na análise e no gerenciamento de riscos torna necessária a integração das diversas perspectivas que integram o campo da *Análise de Riscos*, na busca de uma abordagem mais abrangente do fenômeno dos riscos tecnológicos ambientais. A disputa isolada entre as diferentes perspectivas, onde cada uma se vê como mais importante do que as outras, não vem contribuindo para o avanço do campo na resolução de problemas de natureza e dinâmica complexas. Nem somente as abordagens técnicas, através da Engenharia, Toxicologia e Epidemiologia, ou as abordagens das Ciências Sociais – Psicologia, Sociologia e Antropologia – podem definir sozinhas processos decisórios e estratégias de gerenciamento, necessitando não só considerá-las em conjunto, mas ir além, através de uma abordagem interdisciplinar, onde cada perspectiva seja não só capaz de dialogar com a outra, mas também de transformar-se através do diálogo entre elas e os atores sociais envolvidos.

Embora a discussão sobre a análise de riscos tecnológicos ambientais esteja bem desenvolvida nos países que ocupam um papel central na economia mundial, particularmente os da Europa e os E.U.A., ainda se encontra incipiente em países como o Brasil, particularmente no campo da *Saúde do Trabalhador*. Acreditamos que um campo recente e vigoroso como vem sendo o da *Saúde do Trabalhador* na Saúde Pública brasileira, pode avançar em sua capacidade de pensar-se e atuar incorporando novos elementos aos seus marcos conceituais. Neste sentido, os enfoques sistêmicos e interdisciplinares que vêm sendo colocados para as análises de riscos tecnológicos ambientais podem vir a contribuir, tanto no fortalecimento de seu rigor científico – o que é necessário e fundamental em um mundo onde a técnica e a ciência convertem-se cada vez mais em instrumentos políticos –, como na sua capacidade de diálogo com outros campos próximos, particu-

Figura 2

Classificação sistemática das perspectivas de risco.

Abordagens integradas							
Abordagem atuarial	Epidemiologia e toxicologia	Análise probabilística de risco	Economia do risco	Psicologia do risco	Teoria social do risco	Teoria cultural do risco	
Seleção da unidade básica	Valor Esperado (VE)	Valor Modelado	Valor Esperado Sintetizado	Utilidade Esperada (UE)	Utilidade Esperada Subjetivamente	Eqüidade & Competência	Valores Percebidos Compartilhados
Escolha das metodologias	Extrapolção	Experimentos	Análises de Árvore de Falhas e de Eventos	Análise de Risco-Benefício	Métodos Psicométricos	Surveys	Análise de grade-grupo
		Surveys em Saúde				Análises Estruturadas	
Complexidade das medidas de risco	Universal	Saúde & Meio-Ambiente	Segurança	Universal	Percepções Individuais	Interesses Sociais	Padrões Culturais
	Unidimensional	Unidimensional	Unidimensional	Unidimensional	Multidimensional	Multidimensional	Multidimensional
Função instrumental da perspectiva de risco	Média sobre o Espaço, Tempo e Contexto			Agregação de Preferências		Relativismo Social	
	Poder Preditivo	Transferência para Humanos	Modo Comum de Falha	Denominador Comum	Relevância Social	Complexidade	Validade Empírica
		Variáveis Irvenientes					
Objetivo da perspectiva de riscos	Seguro	Saúde	Engenharia de Segurança	Processo Decisório	Processo Decisório e Regulamentação		
		Proteção do Meio Ambiente			Resolução de Conflitos (Mediação)		
					Comunicação de Risco		
Função social das perspectivas de risco na sociedade	Divisão de Riscos	Alerta Antecipado		Alocação de Recursos	Avaliação do Comportamento Individual	Justiça e Eqüidade	Identidade Cultural dos Grupos
		Estabelecimento de Padrões	Melhoria dos Sistemas			Aceitabilidade Política	
Redução de Risco e Seleção para Processos Decisórios (Confrontando-se com Incertezas)							
Avaliação				Legitimação Política			

Fonte: Renn, 1992.

larmente o da *Análise de Riscos*, e mesmo com outros atores sociais, principalmente trabalhadores e comunidades expostos aos riscos. Um importante exemplo de contribuição da análise de riscos para a saúde do trabalhador consiste na reorientação dos paradigmas, ainda hegemônicos no país, que analisam os acidentes a partir de suas causas imediatas, centrando nos trabalhadores a origem principal das falhas. As modernas técnicas de análise de acidentes colocam o gerenciamento como foco da análise, tanto em seus aspectos tecnológicos como organizacionais.

Dentro de uma visão sistêmica, a investigação interdisciplinar é requerida na medida em que o problema analisado insere-se dentro de um *sistema complexo*, caracterizado pela confluência de múltiplos processos cujas inter-relações constituem a estrutura do sistema (Garcia, 1994). Diversos problemas ambientais e de saúde do trabalhador caracterizam-se pela inter-relação de processos sociais, econômicos, tecnológicos, produtivos, biológicos e físicos, de tal forma que o fracionamento do problema em áreas parciais, correspondentes ao domínio de disciplinas específicas, impede a análise e proposição de políticas alternativas somente possíveis pela visão integrada deste conjunto de processos. Um importante desafio constitui-se na capacidade de se pensar integralmente aspectos quantitativos e qualitativos existentes dentro de sistemas complexos, e as discussões sobre interdisciplinaridade, assim como as experiências no campo da *Análise de Riscos*, vêm propiciando inúmeros *approachs* para que a Saúde dos Trabalhadores melhor sistematize seus referenciais e práticas. Nesse sentido, a proposta de Machado & Barcellos (1994) de pensar a investigação da relação entre *processo de trabalho e saúde* como objeto de estudo central da área a partir da integração de três elementos estruturais principais – o social, o epidemiológico e o tecnológico – caminha na direção das perspectivas interdisciplinar e sistêmica apontadas.

Outra consideração importante envolve o diálogo com os diversos atores sociais, em particular os trabalhadores e demais populações atingidas pelos riscos tecnológicos ambientais, tendo por premissa, além de aspectos éticos, a própria incapacidade da ciência de produzir verdades absolutas e controlar processos decisórios. A percepção dos limites teórico-metodológicos e do potencial destrutivo dos riscos tecnológicos ambientais fazem da estratégia de definição e encaminhamento de problemas elementos particularmente importantes na construção de uma nova prática científica e

institucional. Essa nova prática é marcada pelo reconhecimento dos limites e incertezas do conhecimento científico e pela busca de um diálogo interativo na busca de incrementar sua qualidade. Como nos colocam Funtowicz & Ravetz (1984, 1993), ao argumentarem sobre a necessidade de uma nova ciência, por eles denominada como *Ciência Pós-Normal*, “as metas do novo conhecimento científico já não mais residiriam na busca de verdades instrumentais e na conquista da natureza, mas sim na necessidade de uma relação harmoniosa entre a humanidade e a natureza”. Esta proposta caracteriza-se pela busca de uma interação mais ativa entre conhecimento e ignorância – definida como uma situação onde não se sabe nem o que não se sabe –, e a aceitação de outras abordagens que não as científicas e de igual importância, através do que denominam de comunidade estendida de pares, vem se constituindo como elemento central das novas estruturas intelectuais e práticas sociais de uma nova ciência, onde o saber e a participação dos trabalhadores e comunidades passam a ser efetivamente incorporados (Backström & Döös, 1995; Brown, 1995). Este processo vem gerando novas estratégias de resolução de problemas e invertendo o domínio clássico dos *fatos objetivos* por cima dos *valores subjetivos*. Do ponto de vista institucional e político, tais premissas implicam a capacidade dos processos de avaliação e decisão acerca de os riscos tecnológicos ambientais incorporarem, de forma efetiva, o conjunto de grupos e pessoas envolvidas no problema, especialistas ou não, buscando, desta forma, garantir a qualidade ética do processo decisório.

A inserção política e institucional do campo da *Saúde do Trabalhador*, através do seu diálogo com atores sociais historicamente relegados a um segundo plano nas práticas institucionais do país, caracteriza um passo na direção do que Funtowicz & Ravetz (1993) consideram como uma *Ciência Pós-Normal*. Torna-se necessário, entretanto, que seja aprofundado o debate sobre a integração das diversas perspectivas que compõem o campo, particularmente a Engenharia, a Toxicologia, a Epidemiologia, a Psicologia, a Sociologia e a Antropologia, em abordagens efetivamente interdisciplinares de problemas específicos, através de proposições teóricas e metodológicas nessa direção. É também importante que o desenvolvimento dessas abordagens interdisciplinares reconheça, como necessária, a incorporação do saber e da participação dos que se encontram expostos aos riscos, tanto nas avaliações como nos processos decisórios. Qualquer proposta

de avanço, ao não considerar esse aspecto, poderá cair na armadilha de representar mais uma sofisticada perspectiva de legitimação dos interesses vigentes, da exclusão social e do ocultamento dos inevitáveis limites e incertezas que caracterizam as análises das situações e eventos de riscos.

Referências

- ABELSON, P. H., 1990. Incorporation of new science into risk assessment. *Science*, 250:1497.
- BACKSTRÖM, T. & DÖÖS, M., 1995. The Riv Method: a participative risk analysis: method and its application. *Workshop "Understanding the Work Environment"*. Stockholm: Institute for Work Life Research.
- BARNES, D. G., 1994. Times are tough – brother, can you paradigm? *Risk Analysis*, 14:219-223.
- BECK, U., 1992. *Risk Society – Towards a New Modernity*. London: Sage Publications.
- BERTAZZI, P. A.; PESATORI, A. C.; CONSONNI, D. et al., 1993. Cancer Incidence in Population Accidentally Exposed to 2,3,7,8-Tetrachlorodibenzeno-*p*-dioxin. *Epidemiology*, 4:7-13.
- BERTAZZI, P. A., 1991. Long-term effects of chemical disasters – lessons and results from Seveso. *The Science of the Total Environment*, 106:05-20.
- BERTAZZI, P. A., 1989. Industrial disasters and epidemiology – a review of recent experiences. *Scandinavian Journal of Work Environmental Health*, 15:85-100.
- BROWN, P., 1995. Popular epidemiology, toxic waste and social movements. In: *Sociology of Health and Illness Monographs – Medicine, Health and Risk* (Gabe, J., ed.), pp. 91-112. Oxford: Blackwell Publishers.
- BRADBURY, J. A., 1989. The policy implications of differing concepts of risk. *Science, Technology and Human Values*, 14:380-399.
- CANTER, L. W., 1989. *Environmental Risk Assessment and Management: A Literature Review*. Mexico: Pan American Center for Human Ecology and Health.
- CHECKOWAY, H., 1993. Determining the hazards of workplace chemicals. *Epidemiology*, 4:91-92.
- COVELLO, V. & MUMPOWER, J., 1985. Risk analysis and risk management: an historical perspective. *Risk Analysis*, 5:103-120.
- DUCLOS, D., 1987. La construction sociale des risques majeurs. In: *La Société Vulnérable – Évaluer et Maîtriser les Risques* (Fabiani, J-L. & Theys, J., eds.), pp. 37-54. Paris: Presses de L'École Normale Supérieure.
- DWYER, T., 1992. The industrial safety professionals: a comparative analysis from World War I until the 1980'. *International Journal of Health Services*, 22:705-727.
- FANTAZINNI, M. & De CICCO, F., 1988. *Introdução à Engenharia de Segurança de Sistemas*. São Paulo: Fundacentro.
- FLOTHMAN, D. & MJAAVATTEN, A., 1993. Qualitative mehodnen der störfall-identification – praktische erfahrungen aus der anwendung auf flüssiggas – lagerung. *Der Maschinenchaden*, 58:90-95.
- FREITAS, C. M., 1996. *Acidentes Químicos Ampliados – Incorporando a Dimensão Social nas Análises de Riscos*. Tese de Doutorado, Rio de Janeiro: Escola Nacional de Saúde Pública, Fundação Oswaldo Cruz.
- FREITAS, C. M. & MELLO, J. M. C., 1993. Interesses sociais e avaliação técnica de riscos: o caso do metanol. *Lua Nova – Revista de Cultura e Política*, 31:167-179.
- FUNTOWICZ, S. O. & RAVETZ, J. R., 1993. *Epistemología Política – Ciencia con la Gente*. Buenos Aires: Centro Editor de América Latina.
- FUNTOWICZ, S. O. & RAVETZ, J. R., 1984. Uncertainties and ignorance in policy analysis. *Risk Analysis*, 4:219-220.
- GARCIA, R., 1994. Interdisciplinarietà y sistemas complejos. In: *Ciencias Sociales y Formación Ambiental*. (Leff, E.; Garcia, R.; Gutman, P.; Toledo, V.; Vessuri, H.; Fernández, R.; Brañes, R., orgs.), pp.85-124. Barcelona: Editorial Gedisa.
- GREENBERG, H. & CRAMER, J., 1991. *Risk Assessment and Risk Management for the Chemical Industry*. New York: VNR.
- HAGUENAUER, L., 1986. *O Complexo Químico Brasileiro – Organização e Dinâmica Interna*. Rio de Janeiro: Instituto de Economia Industrial, Universidade Federal do Rio de Janeiro. (texto para discussão nº 86).
- HART, J. W. & JENSEN, N. J., 1992. Integrated risk assessment or integrated risk management? *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 15:32-40.
- IPCS (International Programme on Chemical Safety), 1992. *IPCS News – The Newsletter of the International Programme on Chemical Safety*. Geneva: Organização Mundial de Saúde. (mimeo.)
- IPCS & IRPTC (International Programme on Chemical Safety & International Register of Potentially Toxic Chemicals), 1992. *Computadorized Listing of Potentially Toxic Chemicals*. Geneva: WHO/UNEP/ILO.
- JASANOFF, S., 1993. Bridging the two cultures of risk analysis. *Risk Analysis*, 13:123-129.

- JEYARATAN, J., 1993. Occupational health issues in developing countries. *Environmental Research*, 60:207-212
- KORTE, F. & COULSTON, F., 1994. Some considerations of the impact of energy and chemicals on the environment. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 19:219-227.
- MACHADO, J. M. H. & GOMEZ, C. M., 1995. Acidentes de trabalho: concepções e dados. In: *Os Muitos Brasis – Saúde e População na Década de 80* (M. C. S. Minayo, org.), pp 117-142. São Paulo-Rio de Janeiro: Hucitec-Abrasco.
- MACHADO, J. M. H. & BARCELLOS, C., 1994. *Vigilância em Saúde do Trabalhador*. Rio de Janeiro: CESTEH/ENSP/FIOCRUZ. (mimeo.)
- MARSHALL, V., 1987. *Major Chemical Hazards*. London: Ellis Horwood and John Wiley & Sons.
- MENDES, R. & DIAS, E. C., 1991. Da medicina do trabalho à saúde do trabalhador. *Revista de Saúde Pública*, 25:341-349.
- MERCIER, M., 1990. Chemical safety as a major challenge for developing countries: role of the International Program on Chemical Safety. *Biomedical and Environmental Sciences*, 3:211-216.
- NELSON, N., 1988. Toxicology and epidemiology: strengths and limitations. In: *Epidemiology and Health Risk Assessment* (L. Gordis, ed.), pp. 37-48. New York: Oxford University Press.
- OIT (Oficina Internacional del Trabajo), 1991. *Prevenção de Accidentes Industriales Mayores: Manual Prático*. Ginebra: OIT.
- ONG, C.-N.; JEYARATNAM, J. & KOH, D., 1993. Factors influencing the assessment and control of occupational hazards in developing countries. *Environmental Research*, 60:112-123.
- OMS (Organización Mundial de la Salud), 1993. *Investigación de Brotes de Enfermedades Ambientales*. Ginebra: OMS.
- OTWAY, H. J., 1992. Public wisdom, expert fallibility: toward a contextual theory of risk. In: *Social Theories of Risk* (S. Krimsky & D. Golding, eds.), pp. 216-228. London: Praeger.
- OTWAY, H. J., 1985. Regulation and risk analysis. In: *Regulating Industrial Risks – Science, Hazards and Public Protection* (H. Otway & M. Peltu, eds.), pp. 1-19. London: Butterworths.
- PATÉ-CORNELL, M. E., 1993. Learning from the Piper Alpha Accident: a postmortem analysis of technical and organizational factors. *Risk Analysis*, 13:215-232.
- PERROW, C., 1984. *Normal Accidents – Living with High-Risk Technologies*. New York: Basic Books.
- PORTO, M. F. S. & 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 Doutorado, Rio de Janeiro: Coordenação dos Programas de Pós-Graduação em Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- RAPPAPORT, R. A., 1988. Toward postmodern risk analysis. *Risk Analysis*, 8:189-191.
- RENN, O., 1992. Concepts of risk: a classification. In: *Social Theories of Risk* (Krimsky, S. & Golding, D., eds.), pp.53-79. London: Praeger.
- RENN, O., 1985. Risk analysis: scope and limitations. In: *Regulating Industrial Risks – Science, Hazards and Public Protection* (H. Otway & M. Peltu, eds.), pp. 111-127. London: Butterworths.
- SODERSTROM, E. J.; SORENSEN, J. H.; COPENHAYER, E. D., CARNES, S. A., 1984. Risk perception in an interest group context: an examination of the TMI restart issue. *Risk Analysis*, 4:231-244.
- SMITH, E., 1992. Risk assessment for human and environmental health protection. In: *Toxicologia Prospectiva y Seguridad Química* (F. G. R. Reyes & W. F. Almeida, eds.), pp. 35-51. México: IPCS/ECO-OPAS.
- STARR, C.; RUDMAN, R. & WHIPPLE, C., 1976. Philosophical basis for risk analysis. *Annual Review of Energy*, 1:629-662.
- TAMBELLINI, A., 1994 Interdisciplinarietà, salud de los trabajadores y formación de recursos humanos. In: *Lo Biológico y el Social: su articulación en la formación del personal de salud* (M. I. Rodríguez, coord.), pp.121-128. Washington D.C.: OPAS.
- THEYS, J., 1987. La société vulnérable. In: *La Société Vulnérable – Évaluer et Maîtriser les Risques* (J.-L. Fabiani & J. Theys, eds.), pp. 3-35, Paris: Presses de L'École Normale Supérieure.
- UNEP (United Nations Environmental Programme), 1992. *Hazard Evaluation and Identification in a Local Community*. Paris: UNEP (Technical Report nº 12).
- WEYNE, G. R. S., 1988. Lições dos grandes desastres das indústrias químicas de Flixborough, Seveso e Bophal. *Saúde e Trabalho*, 2:3-13.
- WHO (World Health Organization), 1992. *WHO Commission on Health and Environment – Report of the Panel on Industry*. Geneva: WHO.
- WYNNE, B., 1992. Uncertainty and environmental learning – reconceiving science and policy in the preventive paradigm. *Global Environmental Change*, 2:111-127.
- WYNNE, B., 1989. Sheepfarming after chernobyl – a case study in communicating scientific information. *Environment*, 31:10-15; 33-39.
- WYNNE, B., 1987a. Risk assessment of technological system – dimensions of uncertainty. In: *Risk Management and Hazardous Waste – Implementation and Dialectics of Credibility*. (B. Wynne, ed.), pp. 356-398. Berlin: Springer-Verlag.
- WYNNE, B., 1987b. Risk perception, decision analysis, and the public acceptance problem. In: *Risk Management and Hazardous Waste – Implementation and Dialectics of Credibility*. (B. Wynne, ed.), pp. 269-310. Berlin: Springer-Verlag.