

## ACIDENTES TECNOLÓGICOS E O PRINCÍPIO DA PRECAUÇÃO *TECHNOLOGICAL ACCIDENTS AND THE PRECAUTION PRINCIPLE*

Patricia Milla Gouvêa<sup>1</sup> 

Emerson Luís Pawoski da Silva<sup>2</sup> 

Emerson Luis Tonetti<sup>3</sup> 

**Resumo:** Durante muitos séculos, as catástrofes estiveram associadas apenas aos fenômenos de origem natural, como terremotos, tempestades, erupções vulcânicas, tornados, furacões, etc, porém o avanço do desenvolvimento tecnológico, a criação de novas indústrias, o uso de mais e maiores quantidades de substâncias perigosas, originaram um novo tipo de evento catastrófico, os acidentes tecnológicos, que são acontecimentos súbitos e não planejados, causadores de danos graves nos seres humanos e no ambiente. Precaução é um princípio que norteia as ações antecipatórias do homem com a segurança da integridade da vida humana e proteção do meio ambiente. O princípio da precaução ganhou relevância nas últimas décadas com a emergência dos riscos tecnológicos proveniente de atividades industriais, caracterizados genericamente por conhecimento científico limitado e incerto, pela sua natureza coletiva e involuntária, e por baixas probabilidades, mas danos potencialmente elevados ou mesmo irreversíveis. Neste sentido, temos uma mudança do paradigma de que a ciência é sempre absoluta e não questionável. À medida que ocorre o desenvolvimento tecnológico, também surgem novas percepções do risco que ainda não foram dominadas pela ciência, mas que devem ser levadas em consideração, visto que podem prevenir novos acidentes tecnológicos. Por este motivo, o princípio da precaução é uma ferramenta de extrema utilidade pública, visto que seu uso na gestão de riscos pode prevenir acidentes tecnológicos, trazendo mais segurança à população nos quesitos ambiental, social e econômico.

**Palavras-chave:** Tecnologia. Risco. Planejamento.

**Abstract:** Catastrophes have been associated only with natural phenomena as earthquakes, storms, volcanic eruptions, tornadoes, hurricanes, etc. for many centuries, but the advance of technological development, the creation of new industries, the use of more and larger quantities of hazardous substances has given rise to a new type of catastrophic event, technological accidents. Technological accidents are sudden and unplanned events, causing serious damage to humans and the environment. Precaution is a principle that guides the anticipatory actions of human with the security of the integrity of human life and protection of the environment. The

---

<sup>1</sup> Mestre em Ciência, Tecnologia e Sociedade. Instituto Federal do Paraná - campus Paranaguá. patricia.milla@yahoo.com.br.

<sup>2</sup> Mestre em Ciência, Tecnologia e Sociedade. Instituto Federal do Paraná - campus Paranaguá. emprovoski@gmail.com.

<sup>3</sup> Doutor em Geografia. Instituto Federal do Paraná - campus Paranaguá. emerson.tonetti@ifpr.edu.br.

precaution principle has gained relevance in recent decades with the emergence of technological risks from industrial activities, characterized by limited and uncertain scientific knowledge, by their collective and involuntary nature, and by low probabilities, but potentially high or even irreversible damages. In this context, we have a paradigm shift that science is always absolute and not questionable. New perceptions of risk also arise as technological development occurs and they have not yet been dominated by science and must be taken into account because they can prevent new technological accidents. For this reason, the precaution principle is a tool of extreme public utility, since its use in risk management can prevent technological accidents, bringing more safety to the population in environmental, social and economic issues.

**Keywords:** Technology. Risk. Planning.

# 1 INTRODUÇÃO

O ser humano, organizado em sociedades cada vez mais complexas e artificiais, está sujeito a riscos e a fenômenos naturais intensos que comprometem o equilíbrio entre o meio ambiente e a sociedade. Segundo a ANPC (2014), durante muitos séculos, as catástrofes estiveram associadas apenas aos fenômenos de origem natural (como terremotos, tempestades, erupções vulcânicas, tornados, furacões, etc.), porém o avanço do desenvolvimento tecnológico, a criação de novas indústrias, o uso de mais e maiores quantidades de substâncias perigosas originou um novo tipo de evento catastrófico, os acidentes tecnológicos, que são acontecimentos súbitos e não planejados, causadores de danos graves nos seres humanos e no ambiente.

Precaução é um princípio que faz parte do direito ambiental e norteia as ações antecipatórias do homem com a segurança da integridade da vida humana e proteção do meio ambiente. Ele guia as atividades humanas e conecta conceitos de justiça, equidade, respeito, senso comum e prevenção. Do latim “*prae*” = antes e “*cavere*” = tomar cuidado, precaução significa cuidados antecipados, ou seja, cuidado para que uma atitude ou ação não traga resultados indesejados.

Mendes (2002) considera que ao realizar uma reflexão teórica sobre o conceito de risco se pode contribuir para a propagação de um saber decisivo para todos os profissionais que diariamente lidam com os medos e ansiedades das populações relativamente aos riscos (tecnológicos, saúde, etc). Esta reflexão permite ainda que se questione sistematicamente a produção científica associada ao risco e que se reconheça a importância de valorizar a percepção do risco desenvolvida por cada indivíduo, família, indústria ou comunidade e remete para a questão de como serão apropriados os novos saberes sobre o risco e como se irá operar a reconstrução dos modelos atuais de indústrias mais seguras, livres de acidentes tecnológicos, face a esta nova realidade.

O presente trabalho tem o objetivo de demonstrar que o princípio da precaução pode reduzir a intensidade e frequência de acidentes tecnológicos. Para isso foram abordados: (1) conceito de acidentes tecnológicos e risco, para

apresentar a relação da sociedade com a tecnologia na contemporaneidade; (2) os diferentes conceitos para a precaução para formação do princípio da precaução e, por fim, (3) como o princípio da precaução está relacionado a acidentes tecnológicos com exemplos históricos.

## **2 DESENVOLVIMENTO**

### **2.1 Acidentes Tecnológicos e o Risco**

Há dois tipos de risco: O risco exterior, que é aquele que resulta das imposições da tradição ou da natureza, e o risco provocado, que resulta do impacto do desenvolvimento tecnológico sobre o ambiente (derivados da ação humana) (GIDDENS, 2000).

Existem diversos sinônimos para o termo “acidente tecnológico” (acidente industrial, acidente ampliado, evento agudo, desastre tecnológico) que variam de acordo com o país, a causa e a consequência do evento (LUIZ, 2013).

A Organização Mundial de Saúde (OMS) define que acidentes tecnológicos são originados na amplitude dos riscos tecnológicos. Segundo esta obra, estes riscos provenientes de um contexto urbano-industrial, levam em consideração o transporte de materiais e pessoas (via aérea, rodoviária, ferroviária ou marítima), uso de máquinas pesadas e de rápida movimentação, uso de sistemas de altas temperaturas, pressões e grande voltagem elétrica, na manufatura, armazenamento, utilização e disposição de materiais perigosos (OMS, 1999).

Repensar a questão do risco do ponto de vista da tecnologia também nos coloca frente à necessidade de integrarmos as análises relacionadas aos riscos internos e externos aos muros fabris, áreas industriais, portuárias e entornos. (PORTO, 1997).

Beck (2015) menciona que o risco ameaça a vida, sendo que as decisões práticas que acompanham a industrialização científico-técnica e a sua

globalização não só ameaçam os fundamentos orgânicos de todas as formas de vida, mas também a maioria dos seres humanos.

Segundo Mendes (2002), o conceito de risco no seu sentido original era neutro e referia-se a uma probabilidade aumentada de um evento ocorrer. Porém, recentemente, o risco é frequentemente tomado com uma premonição. O risco significa perigo e a magnitude e a natureza global dos riscos atuais são tais que os riscos se tornaram cada vez mais difíceis de quantificar, de prevenir e de anular e, nesse sentido, muitos defendem que vivemos na sociedade do risco.

Um dos autores que categoriza a sociedade de risco é Ulrich Beck, onde define que ela tematiza o processo de questionamento, a ideia de controlar e compensar as incertezas e perigos industriais gerados, o que significa que a dinâmica da sociedade de risco se baseia menos na suposição de que temos de viver em um mundo de perigos inéditos e mais na ideia de que vivemos em um mundo que tem de decidir o seu futuro nas condições de insegurança produzida por si próprio. O mundo deixou de controlar os perigos gerados pela própria modernidade, e dá o exemplo de que as alterações climáticas são fruto da industrialização que desrespeita sistematicamente as suas consequências para a natureza e para o ser humano (BECK, 2015).

A sociedade de risco significa precisamente uma constelação na qual a ideia principal da modernidade, isto é, a ideia de controlar os efeitos secundários e os perigos resultantes de decisões, se tornou questionável: portanto, nesta constelação, o novo conhecimento serve produzindo, assim, por seu turno, novas imprevisibilidades, o que obriga à reflexão dos riscos. (BECK, 2015).

As sociedades contemporâneas são, portanto, simultaneamente produtoras de mercadorias e de riscos em grande escala, encontrando-se os indivíduos expostos a riscos de toda natureza - sociais, sanitários, tecnológicos, ecológicos - ligados à modernização das sociedades (MONTEIRO, 2018). Para Feenberg (2015) o desenvolvimento da tecnologia moderna, na sua forma presente, parece indiferente para com os limites do ambiente e da vida humana, destrutiva não apenas na criação do novo, mas

sim de forma absoluta, ameaçando o bem estar e a sobrevivência de uma maneira que os antigos ofícios nunca fizeram. Monteiro (2018) relata que nesse contexto de incertezas multifacetadas, riscos e perigos potencializados que ganham força nas discussões sobre o princípio da precaução.

## 2.2 Princípio da Precaução

O princípio da precaução foi proposto formalmente durante a Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD, 1992), a Rio 92. Durante esta conferência foram elaborados e aprovados diversos documentos, dentre eles a Declaração do Rio, na qual se encontra o princípio da precaução:

PRINCÍPIO 15 – De modo a proteger o meio ambiente, o princípio da precaução deve ser amplamente observado pelos Estados, de acordo com suas capacidades. Quando houver ameaça de danos sérios ou irreversíveis, a ausência de absoluta certeza científica não deve ser utilizada com a razão para postergar medidas eficazes e economicamente viáveis para prevenir a degradação ambiental (CNUMAD, 1992).

O princípio da precaução ganhou relevância nas últimas décadas com a emergência dos novos riscos tecnológicos ou ambientais, caracterizados genericamente por conhecimento científico limitado e incerto, pela sua natureza coletiva e involuntária, e por baixas probabilidades, mas danos potencialmente elevados ou mesmo irreversíveis. Este é o caso, por exemplo, das alterações climáticas, da perda da biodiversidade, das exposições radiológicas, dos efeitos de substâncias químicas, da segurança alimentar, da biotecnologia e das nanotecnologias (GONÇALVES, 2013).

Diante da crise ambiental gerada pela devastação assustadora do meio ambiente, a preocupação de evitar a destruição do meio ambiente passou a ser uma constante para aqueles que procuram uma melhor qualidade de vida para as presentes e futuras gerações.

Esse princípio seria, portanto, a garantia contra os riscos potenciais, pois caso não haja certeza a respeito do impacto ambiental a ser ocasionado por determinada ação antrópica, tal atividade deveria ser cessada até que sejam

produzidos novos estudos e se tenha a certeza sobre todas as suas consequências, riscos e possíveis danos provocados ao meio ambiente (MARTINS, 2005).

Muito tem sido publicado sobre a interpretação e a implementação prática do princípio da precaução. Apesar de alguma ambiguidade dos diferentes discursos sobre a precaução, a maior parte das definições tem elementos chave comuns e a comunidade científica e os políticos que tomam as decisões não divergem no essencial na identificação das principais questões a considerar na implementação prática da precaução, a saber:

- O dever de agir antecipadamente para proteção do ambiente e da saúde pública em face de riscos suspeitos (incertos), em especial os potencialmente graves ou irreversíveis;
- A procura de mais e melhor informação científica para a avaliação de perigos e riscos;
- A consideração de um conjunto amplo de alternativas de ação;
- A realização de análises e de avaliações tão completas quanto possível de custos e de benefícios das diferentes alternativas de ação, incluindo a análise da sua distribuição entre os diferentes atores;
- A monitorização e revisão contínua das medidas adotadas tendo em conta o desenvolvimento da informação e do conhecimento científico. (GONÇALVES, 2008, p. 23).

As situações de precaução correspondem geralmente a cenários de risco nos quais um elemento da cadeia causal que vai do perigo aos efeitos finais é incerto, no sentido em que a relação de causa-efeito sobre a qual se basearia esse elemento não pode ser estabelecida nem rejeitada. Contrariamente às situações de riscos simples, trata-se aqui de situações complexas, onde os riscos são multi-causais e envolvidos em incerteza e/ou ambiguidade (GONÇALVES, 2013).

No entanto, a formulação corrente deste princípio não surge com um conteúdo prático claro e é insuficiente como orientação para a concepção das políticas de regulação. Múltiplas controvérsias têm surgido, com efeito, quanto ao nível de risco ambiental requerido para aplicar o princípio, ao papel das consequências económicas e sociais e ao nível de severidade que as medidas de precaução deverão ter, em particular em situações onde pode ser considerado como uma restrição à atividade económica (GONÇALVES, 2013).

Monteiro (2018) cita que a importância do princípio da precaução recai sobre os riscos amplamente presentes na sociedade contemporânea e sobre as incertezas do conhecimento científico, que decorrem da extrema velocidade com que se desenvolvem novas tecnologias, sem o necessário período de experimentação para que se possam aferir os riscos decorrentes de sua utilização.

### **2.3 A precaução como princípio na gestão da prevenção de acidentes tecnológicos**

A ciência nem sempre é absoluta e inquestionável, sendo preciso uma mudança no paradigma de sua autoridade. Para Kuhn (1970), a mudança de paradigma é a mudança nas concepções básicas, conferindo a atribuição epistemológica dentro da teoria científica dominante. Pode-se perceber que à medida que ocorre o desenvolvimento tecnológico, também surgem novas percepções do risco que ainda não foram dominadas pela ciência, mas que devem ser levadas em consideração, visto que podem prevenir novos acidentes tecnológicos.

Neste sentido, a abordagem acima descreve o princípio da precaução atuando na gestão de riscos, mesmo que não haja um estudo dominante sobre o assunto, pois o objetivo final de sempre utilizar o princípio da precaução é proteger a integridade dos indivíduos e do meio ambiente mesmo antes de existir a certeza científica sobre danos provenientes de determinada atividade.

Em contexto prático, o princípio da precaução remete a uma perspectiva de cuidado, cautela e gestão que, mesmo sem o aval da ciência, visa reduzir ou evitar perdas e prejuízos à manutenção da vida no planeta, o que incluir impactos à saúde humana, meio ambiente, sociedade e economia.

Kammen (2003 *apud* FEENBERG, 2015) descreve que a razão para a diferença entre o papel do público na ciência e na tecnologia é simples. Enquanto as teorias científicas são abstrações e as experiências estão confinadas dentro do laboratório, as tecnologias fornecem ambientes dentro do qual vivem pessoas. A experiência nesses ambientes é uma fonte potencial de



conhecimento, e prevalecem aí as atitudes quotidianas em relação ao risco e ao benefício. Tudo isto distingue os públicos leigos dos cientistas e dos tecnólogos, cujo conhecimento é formalizado e que avaliam os riscos e os benefícios com ferramentas matemáticas.

Neste sentido, Feenberg (2015) se aproxima do conceito do princípio da precaução, onde o conhecimento determinante para gestão dos riscos, por exemplo, à acidentes tecnológicos, não é a teoria científica dominante, e sim o conhecimento proveniente da experiência pessoal da população exposta à estes riscos.

Questiona-se: Será que em todas as avaliações de gestão de riscos, o princípio da precaução foi considerado como fator determinante? As respostas para essas questões são negativas, visto que muitos acidentes tecnológicos ocorreram no passado e ainda continuam acontecendo. Há o exemplo do acidente ocorrido em Chernobyl, na Ucrânia, em 1986, onde, após uma explosão em um dos reatores nucleares, uma nuvem tóxica propagou-se por muitos quilômetros e uma onda de medo invadiu os países vizinhos que naquele momento usavam ou não a energia nuclear como fonte alternativa de energia. Imensuráveis foram os impactos à saúde da população local, o temor, a angústia das consequências da contaminação e danos ao meio ambiente.

O acidente ocorreu devido a um teste no reator nuclear número 4. O teste consistia em observar o comportamento do reator nuclear quando utilizado com baixos níveis de energia. Contudo, para que o teste fosse possível, os responsáveis pela unidade teriam que quebrar o cumprimento de uma série de regras de segurança, o que nos leva a crer que não foi realizada uma avaliação dos riscos existentes para realizar tal atividade e não foi considerado o princípio da precaução, havendo descuido com a população local, apesar de já existir um protocolo de segurança estabelecido.

Uma avaliação dos acidentes tecnológicos que ocorreram no passado antes e depois da introdução do conceito do princípio da precaução na Rio 92, conforme relatado anteriormente, é importante. No Quadro 1 apresentam-se listados os acidentes tecnológicos de grandes proporções ocorridos no passado, dispostos por ordem cronológica, onde é possível perceber que após

a CNUMAD em 1992, houve uma redução significativa dos acidentes tecnológicos provocados, ou seja, não foram acidentes provenientes de catástrofes naturais.

**Quadro 1 – Catástrofes e acidentes tecnológicos de grandes proporções**

<b>Catástrofe ou Acidente Tecnológico</b>	<b>Classificação do risco conforme Giddens (2000)</b>	<b>Ano ocorrido/ Local</b>	<b>Consequências</b>
Acidente nuclear de Chernobyl	Provocado	1986/ Ucrânia	9 mil mortes; 200 mil doentes; 40% da Europa contaminada com Radioatividade perigosa; 135.000 pessoas evacuadas
Explosão da plataforma de petróleo Piper Alpha	Provocado	1988/ Mar do Norte	167 mortes
Vazamento de óleo do navio Exxon Valdez	Provocado	1989/ Costa do Alasca	Vazamento de 40 milhões de litros de petróleo cru no oceano
<b>Inserção do Princípio da Precaução na Rio 92</b>			
Atentado terrorista de 11 de setembro	Provocado	2001/ Estados Unidos	2996 mortes; 6291 feridos; Destruição de vários edifícios no local
Furacão Katrina	Externo	2005/ Estados Unidos	1836 mortes; 1 milhão de pessoas evacuadas
Acidente Nuclear Fukushima	Externo*	2011/ Japão	300 mil pessoas evacuadas; Toneladas de água contaminadas por radiação

Legenda: \*Considerou-se risco externo devido ao fato da usina nuclear ter sido atingida por um tsunami provocado por um maremoto (causa proveniente da natureza).

Neste sentido, cabe a reflexão de que, os seres humanos sejam capazes de criar objetos para ter a vida facilitada e confortável. Contudo a tecnologia, que ao mesmo tempo representa esperança, possui consequências e desdobramentos. Hans Jonas (2006) traz o princípio da responsabilidade, onde propõe uma ética frente à técnica, questionando se tudo é tecnicamente possível e eticamente desejável, de modo a impedir que as possíveis propostas

do avanço tecnocientífico sejam realizadas apenas para atender aos desejos dos humanos.

De modo geral, se toda a gestão de riscos considerasse o princípio da precaução como fator determinante, é possível que os acidentes tecnológicos ocorressem com menor frequência.

### **3 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Nas últimas décadas o princípio da precaução ganhou relevância, principalmente após a introdução deste termo na CNUMAD em 1992 na esfera mundial. Com a emergência dos riscos tecnológicos classificados como “provocado” por Giddens (2000), o princípio recebe destaque para introdução do conhecimento científico limitado e incerto, pela sua natureza coletiva e involuntária, e por baixas probabilidades, mas danos potencialmente elevados ou mesmo irreversíveis. Riscos tecnológicos estão implícitos em diversas atividades que devem considerar o princípio da precaução como agente determinante na gestão de riscos para evitar a ocorrência de acidentes tecnológicos e consequências, como por exemplo, alterações climáticas, perda da biodiversidade, exposições radiológicas, efeitos de substâncias químicas, falta de segurança alimentar, uso indevido da biotecnologia e das nanotecnologias.

Neste contexto, o princípio da precaução é uma ferramenta de extrema utilidade pública, visto que seu uso na gestão de riscos pode prevenir acidentes tecnológicos, trazendo mais segurança à população nos quesitos ambiental, social e econômico. Esta ferramenta vem sendo aplicada mundialmente através de uma análise dos registros históricos de acidentes tecnológicos de grandes proporções, os quais vem reduzindo consideravelmente após a Rio 92.

### **REFERÊNCIAS**

ANPC – AUTORIDADE NACIONAL DE PROTEÇÃO CIVIL. **Riscos Naturais e Tecnológicos**. Portugal, 2016. Disponível em: <http://www.prociv.pt/pt-pt/RISCOSPREV/APRESENTACAO/Paginas/default.aspx>. Acesso em: 30 out 2017.

BECK, U. **Sociedade de risco mundial**. 1.ed. Lisboa: Edições Almedina S.A, 2015.

CNUMAD – Conferência das Nações Unidas Sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. **Declaração do Rio de Janeiro sobre meio ambiente e o desenvolvimento**. Rio de Janeiro, 1992.

FEENBERG, A. **Tecnologia, modernidade e democracia**. MIT Portugal, IN Inovatec, Portugal, 2015.

GIDDENS, A. **O mundo na era da globalização**. Lisboa: Presença, 2000.  
GONÇALVES, V. **O Princípio da precaução e a avaliação de projectos: uma interpretação económica e de gestão**. Tese de Doutoramento em Gestão. ISCTE-IUL, Lisboa. 2008.

GONÇALVES, V.B. O princípio da precaução e a gestão dos riscos ambientais: contribuições e limitações dos modelos económicos. **Revista Ambiente e Sociedade**, v. 16, n.4, p.121-141, 2013.

JONAS, H. **O princípio responsabilidade**: Ensaio de uma ética para a civilização tecnológica. Rio de Janeiro: Contraponto/Editora PUC - Rio, 2006.

KUHN, T. S. **A estrutura das revoluções científicas**. 5.ed. São Paulo: Editora Perspectiva S.A, 1970.

LUIZ, R. A. F. **Análise da vulnerabilidade aos acidentes tecnológicos no entorno do distrito industrial do município de Paulínia**. 95 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

MARTINS, R. **A discussão internacional sobre desenvolvimento sustentável: de Estocolmo (1972) a Johannesburgo (2002)**. Dissertação (Mestrado em Ciências Sociais) – Faculdade de Filosofia e Ciências, Universidade Estadual Paulista, Marília, 2005.

MENDES, F. Risco: um conceito do passado que colonizou o presente. **Revista Portuguesa de Saúde Pública**, v.20, n.2, p.53-62, 2002.

MONTEIRO, J.C. O princípio da precaução como reflexo da evolução do instituto da responsabilidade civil – JusBrasil, 2015. Disponível em: [https://jucalcada.jusbrasil.com.br/artigos/252321281/o-principio-da-precaucao-como-reflexo-da-evolucao-do-instituto-da-responsabilidade-civil?ref=topic\\_feed](https://jucalcada.jusbrasil.com.br/artigos/252321281/o-principio-da-precaucao-como-reflexo-da-evolucao-do-instituto-da-responsabilidade-civil?ref=topic_feed). Acesso em: 29 jul. 2018.

OMS (WHO - WORLD HEALTH ORGANIZATION) – Organização Mundial de Saúde. **Community emergency preparedness: a manual for managers and policy-makers.** Geneva, 1999.

PORTO, M. F. S.; FREITAS, C. M. Análise de riscos tecnológicos ambientais: perspectivas para o campo da saúde do trabalhador. **Cadernos de Saúde Pública**, v.13 (Supl. 2), p.59-72, 1997.

**Edição especial** – I Encontro Nacional Interdisciplinar em Ciência, Tecnologia e Sociedade (ENICTS 2019)

**Enviado em:** 14 abr. 2020

**Aceito em:** 28 jun. 2020

**Editor responsável:** Mateus das Neves Gomes