

**XXIV CONGRESSO NACIONAL DO  
CONPEDI - UFMG/FUMEC/DOM  
HELDER CÂMARA**

**DIREITO, ECONOMIA E DESENVOLVIMENTO  
SUSTENTÁVEL II**

**FERNANDO GUSTAVO KNOERR**

**MARCO ANTÔNIO CÉSAR VILLATORE**

**ROMEU FARIA THOMÉ DA SILVA**

Todos os direitos reservados e protegidos.

Nenhuma parte deste livro poderá ser reproduzida ou transmitida sejam quais forem os meios empregados sem prévia autorização dos editores.

#### **Diretoria – Conpedi**

**Presidente** - Prof. Dr. Raymundo Juliano Feitosa – UFRN

**Vice-presidente Sul** - Prof. Dr. José Alcebíades de Oliveira Junior - UFRGS

**Vice-presidente Sudeste** - Prof. Dr. João Marcelo de Lima Assafim - UCAM

**Vice-presidente Nordeste** - Profa. Dra. Gina Vidal Marcílio Pompeu - UNIFOR

**Vice-presidente Norte/Centro** - Profa. Dra. Julia Maurmann Ximenes - IDP

**Secretário Executivo** - Prof. Dr. Orides Mezzaroba - UFSC

**Secretário Adjunto** - Prof. Dr. Felipe Chiarello de Souza Pinto – Mackenzie

#### **Conselho Fiscal**

Prof. Dr. José Querino Tavares Neto - UFG /PUC PR

Prof. Dr. Roberto Correia da Silva Gomes Caldas - PUC SP

Profa. Dra. Samyra Haydêe Dal Farra Napolini Sanches - UNINOVE

Prof. Dr. Lucas Gonçalves da Silva - UFS (suplente)

Prof. Dr. Paulo Roberto Lyrio Pimenta - UFBA (suplente)

**Representante Discente** - Mestrando Caio Augusto Souza Lara - UFMG (titular)

#### **Secretarias**

**Diretor de Informática** - Prof. Dr. Aires José Rover – UFSC

**Diretor de Relações com a Graduação** - Prof. Dr. Alexandre Walmott Borgs – UFU

**Diretor de Relações Internacionais** - Prof. Dr. Antonio Carlos Diniz Murta - FUMEC

**Diretora de Apoio Institucional** - Profa. Dra. Clerilei Aparecida Bier - UDESC

**Diretor de Educação Jurídica** - Prof. Dr. Eid Badr - UEA / ESBAM / OAB-AM

**Diretoras de Eventos** - Profa. Dra. Valesca Raizer Borges Moschen – UFES e Profa. Dra. Viviane Coêlho de Séllos Knoerr - UNICURITIBA

**Diretor de Apoio Interinstitucional** - Prof. Dr. Vladimir Oliveira da Silveira – UNINOVE

---

D598

Direito, economia e desenvolvimento sustentável II [Recurso eletrônico on-line] organização CONPEDI/UFMG/FUMEC/ Dom Helder Câmara;

coordenadores: Fernando Gustavo Knoerr, Marco Antônio César Villatore, Romeu Faria Thomé da Silva – Florianópolis: CONPEDI, 2015.

Inclui bibliografia

ISBN: 978-85-5505-113-5

Modo de acesso: [www.conpedi.org.br](http://www.conpedi.org.br) em publicações

Tema: DIREITO E POLÍTICA: da vulnerabilidade à sustentabilidade

1. Direito – Estudo e ensino (Pós-graduação) – Brasil – Encontros. 2. Economia. 3. Desenvolvimento sustentável. I. Congresso Nacional do CONPEDI - UFMG/FUMEC/Dom Helder Câmara (25. : 2015 : Belo Horizonte, MG).

CDU: 34

---



# **XXIV CONGRESSO NACIONAL DO CONPEDI - UFMG/FUMEC /DOM HELDER CÂMARA**

## **DIREITO, ECONOMIA E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL II**

---

### **Apresentação**

A Coordenação do Grupo de Trabalho Direito, Economia e Desenvolvimento Sustentável II, do Conselho Nacional de Pesquisa e Pós-Graduação em Direito - CONPEDI, sente-se honrada por apresentar essa coletânea de artigos, fruto das pesquisas e dos debates realizados no âmbito do XXIV Congresso do CONPEDI, cujo tema foi Direito e política: da vulnerabilidade à sustentabilidade.

O evento, realizado na capital das Minas Gerais, desenvolveu suas atividades em três Instituições de Ensino Superior: a Faculdade de Direito da UFMG; a Universidade FUMEC; e a Escola Superior Dom Helder Câmara ESDHC, no período de 11 a 14 de novembro de 2015.

Dentre os inúmeros trabalhos encaminhados, provenientes de todas as regiões do País, vinte e seis artigos foram aprovados e selecionados para compor o presente livro do Grupo de Trabalho Direito, Economia e Desenvolvimento Sustentável II, com temas ligados ao Direito Econômico, ao Direito do Consumidor, ao Direito do Trabalho e ao Direito Ambiental.

O CONPEDI, desde 2005, fomenta o debate nas áreas do Direito Econômico em grupos de trabalho específicos, como aqueles voltados para as relações de consumo e desenvolvimento, além de investigar a relação entre Direito Econômico, modernidade e análise econômica do Direito, e temas correlatos. Os debates envolvendo tópicos de Direito do Consumidor e do Direito do Trabalho, já tradicionais nos Congressos do CONPEDI, também foram significativos neste encontro realizado em Belo Horizonte.

Convém, entretanto, registrar uma nota de destaque ao incremento substancial das discussões relativas às normas de proteção ambiental e ao princípio do desenvolvimento sustentável nos últimos eventos do CONPEDI, em especial no grupo de trabalho Direito, Economia e Desenvolvimento Sustentável II do XXIV Congresso. Esse aprofundamento se deve à crescente preocupação do ser humano com a manutenção do equilíbrio ambiental, refletida em inúmeros Programas de Pós Graduação espalhados pelo Brasil que se propõem à análise do tema, como o Programa de Mestrado em Direito Ambiental e Desenvolvimento Sustentável da Escola Superior Dom Helder Câmara, uma das instituições anfitriãs do evento. A estreita relação instaurada entre as normas de Direito Econômico e as de Direito

Ambiental, em busca de fomentar não apenas o crescimento, mas o desenvolvimento econômico em harmonia com o bem-estar social e a preservação ambiental, demonstra a absoluta adequação desse grupo de trabalho, que incentiva a pesquisa interdisciplinar, aproximando o Direito, a Economia e o Desenvolvimento Sustentável.

A catástrofe envolvendo as barragens de rejeitos da mineradora Samarco, no município mineiro de Mariana, acontecida às vésperas do XXIV Congresso, com gravíssimas repercussões socioambientais, foi abordada pelos coordenadores e pesquisadores do grupo no início dos trabalhos, que prestaram homenagem às vítimas, além de reforçar a convicção de que o desenvolvimento se encontra inexoravelmente atrelado à proteção do meio ambiente.

As normas jurídicas, já utilizadas como instrumentos vocacionados ao crescimento econômico, devem ser compreendidas, a partir da constitucionalização da proteção do meio ambiente, como instrumentos de viabilização do desenvolvimento econômico sustentável.

A construção do conhecimento, paulatinamente, estrutura-se pelo esforço de docentes, doutorandos e mestrados, que desenvolvem a pesquisa jurídica de maneira independente e comprometida. Nessa perspectiva, os vinte e seis artigos apresentam análise interdisciplinar de temas contemporâneos e, desse modo, ofertam efetiva contribuição para a evolução e consolidação de diversos institutos jurídicos.

Não remanescem dúvidas de que a contribuição acadêmica dos pesquisadores participantes do Grupo de Trabalho Direito, Economia e Desenvolvimento Sustentável II é essencial para movimentar os debates social, econômico, ambiental, político e jurídico, revigorando a participação democrática. Aproveitamos para, mais uma vez, tecer sinceros agradecimentos aos autores e, ainda, registrar nosso propósito de instauração de debates impulsionados pelos trabalhos agora publicados, na expectativa de que o elo Direito, Economia e Desenvolvimento Sustentável se fortifique na corrente do CONPEDI. Convidamos, por fim, a todos, para uma profícua leitura.

Belo Horizonte, 15 de novembro de 2015.

Coordenadores do Grupo de Trabalho

Professor Doutor Romeu Faria Thomé da Silva DOM HELDER

Professor Doutor Marco Antônio César Villatore PUCPR/UNINTER/UFSC

Professor Doutor Fernando Gustavo Knoerr - UNICURITIBA

## ASPECTOS ÉTICOS E LEGAIS NA UTILIZAÇÃO DA NANOTECNOLOGIA SOB UMA CONCEPÇÃO DE RISCO SOCIOAMBIENTAL

### ETHICAL AND LEGAL ASPECTS IN THE USE OF NANOTECHNOLOGY IN A SOCIO-ENVIRONMENTAL RISK OF CONCEPTION

Grace Ladeira Garbaccio  
Alexandre Cesar Kawakami

#### Resumo

O presente estudo analisa os aspectos éticos e legais da nanotecnologia face ao risco socioambiental, contrapostos a uma análise econômica do direto. A discussão acerca de seus benefícios, do seu avanço técnico, da evolução da legislação, bem como a análise de seus riscos de um ponto de vista multidisciplinar permite não apenas identificar os diversos níveis de compreensão, distinguindo os casos onde a regulamentação é desejada ou não, mas também proporciona novas propostas de construção de políticas que ultrapassam o nível binário normativo. Em especial, este estudo propõe uma reflexão sobre a análise de custo-benefício como parâmetro para se localizar os casos onde a regulação se torna necessária, mas também parâmetros de sensibilidade que permitem orientar a possibilidade de novas políticas mirando a construção de incentivos. Estreita-se o exame do princípio da precaução como fundamento na tomada de decisões, aplicável à teoria da Sociedade de Risco de Ulrich Beck, diante de incertezas quantificadas e aquelas temporizadas nas discussões de caráter ético e jurídico da nanotecnologia.

**Palavras-chave:** Nanotecnologia, Direito, Ética, Princípio da precaução, Sociedade de risco

#### Abstract/Resumen/Résumé

This study examines the ethical and legal aspects of nanotechnology in relation to socio environmental risk, opposed to an economic analysis of the direct. The discussion about its benefits, its technical breakthrough, the development of legislation, analysis of their risk of a multidisciplinary point of view does not only identify the various levels of understanding, distinguishing cases where regulation is desired or not but also provides new proposals to construct policies that go beyond the normative binary level. In particular, this study offers an analysis of the cost-benefit analysis as a parameter to find cases where regulation is needed, but also sensitivity parameters to guide the possibility of new policies aiming to build incentives. Close up examination of the precautionary principle as a basis for decision-making, applies to the theory of Ulrich Beck's Risk Society, before quantified uncertainties and those temporized the ethical and juridical discussions of nanotechnology.

**Keywords/Palabras-claves/Mots-clés:** Nanotechnology, Law, Ethics, The precautionary principle, Risk society

## Introdução

O ser humano vem buscando alternativas desenvolvimentistas para seus inúmeros desafios e incertezas presentes e futuras. Para tanto, assume riscos em prol de supostos benefícios, sem que a precaução e os aspectos éticos sejam considerados a tônica das reflexões e da regulamentação da Nanotecnologia.

A nanotecnologia deriva do prefixo grego “*nános*”, que significa anão e de *téchne* equivale a ofício e *logos*, a conhecimento. O ponto de partida o termo nanotecnologia refere-se ao tamanho da intervenção humana sobre a matéria, como tal tecnologia que permite a construção de materiais a uma escala de 1 nanômetro. Segundo Durán, Matoso e Morais (2006, p.19): “[...] nano é um termo técnico usado em qualquer unidade de medida, significando um bilionésimo dessa unidade, por exemplo, um nanômetro equivale a um bilionésimo de um metro (1nm = 1/1.000.000.000m) ou aproximadamente a distância ocupada por cerca de 5 a 10 átomos, empilhados de maneira a formar uma linha [...]”. A título exemplificativo, um grão de areia de 1mm está para uma área de 1000 Km, assim como um nanometro está para o metro. A nanotecnologia representa a capacidade de criar materiais a partir do menor elemento, utilizando de técnicas e de ferramentas e constante processo evolutivo. O êxio do sistema de engenharia molecular, cujo foco consiste na organização de cada átmo e molécula em seu devido lugar, versará uma nova revolução industrial. Todavia, há que se pensar em suas consequências econômicas, sociais, ambientais e militares.

Os desafios éticos e legais, na formulação de políticas de desenvolvimento científico-tecnológico e na gestão dos riscos provenientes da nanotecnologia, são diversos: como regular antecipadamente a questão, tendo como premissa os potenciais riscos sabidos e aqueles conhecidos; como gerir eticamente os interesses e as consequências técnicos, econômicas, sociais, ambientais, dentre outros inerentes a tal tecnologia.

Até o presente momento do ordenamento jurídico brasileiro, não existem normas jurídicas específicas que diferenciem a nanotecnologia e imponham limites à sua utilização. Entretanto, a preparação do ambiente para a criação de tais normas começa a ser preparada, com a formação de grupos de estudo em instituições internacionais tais como o Comitê Técnico ISO/TC 229 – Nanotecnologias e o Grupo sobre Nanomateriais da OECD, criado em 2006, bem

como, nacionalmente, a criação da Comissão de Estudo Especial em Nanotecnologia ABNT/CEE-89 e a instituição do Comitê Interno de Nanotecnologia (CNI), instituído pela Portaria N° 993/ANVISA de 10 de junho de 2013.

De acordo com a Portaria mencionada, são atribuições da CNI:

I – Elaborar um diagnóstico institucional relacionado à dimensão da nanotecnologia para a vigilância sanitária, considerando as competências da agência ...

II – Elaborar um diagnóstico institucional sobre produtos que usam a nanotecnologia e a expertise relacionada a tecnologia na agência;

III – Elaborar documento sobre as ações e políticas regulatórias que estão sendo adotadas por outros países e em nível internacional com relação à nanotecnologia em áreas de interesse para a vigilância sanitária;

IV – Sugerir à Diretoria Colegiada alternativas de políticas, diretrizes e de governança regulatória da nanotecnologia no âmbito da agência.

É neste momento importante, onde as agências nacionais começam a considerar políticas tendo por objeto as nanotecnologias e nanomateriais, que este estudo se insere, buscando analisar o princípio da precaução enquanto fundamento na tomada de decisões, diante das incertezas, e contrapondo-o às ferramentas de análise econômica do direito. Será realizada reflexão, também, acerca de sua aplicação pelo sistema jurídico no contexto da teoria da Sociedade de Risco de Ulrich Beck. Para tanto, o estudo será embasado por revisão bibliográfica.

## **1- Breve histórico da nanotecnologia: um avanço internacional**

Há pouco mais de 55 anos a nanotecnologia começou a fazer parte de nossas vidas. Apesar de recente, tal tecnologia vem abrindo novos campos para o futuro. Pode-se encontrá-la desde equipamentos eletrônicos até remédios e cosméticos.



O físico Richard Feynman foi o precursor do conceito de nanotecnologia, por meio de sua palestra, em 29 de dezembro de 1959, para a Sociedade Americana de Física. Enfatizou, contudo, o poder de componentes tão pequenos, impossíveis de visualização a olho nu, e a possibilidade de manipulação de átomos e molécula. Todavia, o termo em si só foi utilizado pelo professor Norio Taniguchi, em 1974.

Algumas décadas mais tarde, em 1981, os cientistas Gerd Bering e Heinrich Rohrer, do Laboratório da IBM, em Zurique, promoveram a nanotecnologia através da criação do microscópio de tunelamento. Tal instrumento, extremamente avançado para a época, uma vez que o mesmo funcionava por meio do efeito túnel, que permitia a visualização de átomos e moléculas individuais e detectava regiões com alta densidade eletrônica, dispensando a utilização de qualquer tipo de luz. O microscópio ganhou o Nobel em 1986.

A partir de então, as pesquisas na área da nanotecnologia sofreram ascensão exponencial. O Brasil dispõe de programas de incentivo a cientistas, físicos e indústrias. E atualmente, a nanotecnologia é aplicada em mais de 800 produtos. Os componentes eletrônicos, principalmente os processadores, foram os que mais se beneficiaram com tal tecnologia. Já é possível encontrar no mercado, processadores de 45nm (nanômetros), com alta tecnologia agregada e possível de trabalhar em alta velocidade.

Segundo o Relatório da Fundação Nacional de Ciência (NSF)<sup>1</sup>, de 2002, “Tecnologias Convergentes para Melhoria do Desempenho Humano” : nanotecnologia permitirá a unificação da ciência e da tecnologia, o bem-estar material e paz espiritual, mundo universal, pacífica e mutuamente benéfica interação entre humanos e máquinas inteligentes, o completo desaparecimento das barreiras à comunicação em geral, especialmente os resultantes da diversidade de línguas, o acesso a fontes de energia inesgotáveis, ao final da preocupação de degradação ambiental.”

No início do século XXI, uma série de análises e comunicados fizeram parte do cenário global. Segundo o Comunicado da Comissão Europeia, em 2004, “Para uma Estratégia Europeia sobre Nanotecnologias”<sup>2</sup>, as “nanociências e nanotecnologias são novas abordagens à

---

<sup>1</sup> National Science Foundation

<sup>2</sup> COM (2004) 338

investigação e desenvolvimento (I & D), que visam controlar a estrutura fundamental e o comportamento da matéria a nível dos átomos e das moléculas. Estes domínios oferecem a possibilidade de compreender novos fenômenos e de criar novas propriedades que podem ser exploradas na escala microscópica e macroscópica. [...] "

Em 2005, o Comunicado da Comissão Europeia - "Nanociências e Nanotecnologias: plano de ação para a Europa 2005/2009" - dispôs que "nanociências e nanotecnologias (N&N) constituem novas abordagens de pesquisa e de desenvolvimento (R&D) o estudo de fenômenos e a manipulação de materiais em escala atômica, molecular e macromolecular onde o material tem propriedades muito diferentes que as escalas maiores."<sup>3</sup>

Já em 2007, o Comunicado da Comissão "Nanociências e Nanotecnologias: plano de ação para a Europa 2005-2009, em seu Primeiro Relatório de Aplicação 2005-2007"<sup>4</sup> disciplinou que "mesmo havendo muitas aplicações úteis para a N&N, o impacto potencial de nanomateriais e nanoproductos para saúde ambiental e humana ainda não está totalmente conhecida. O objetivo geral do trabalho da Comissão no domínio da saúde, segurança e meio ambiente é garantir que, mesmo crescente o emprego das N&N, as mesmas sejam utilizadas de forma segura e garantir que a sociedade possa se beneficiar de inovações nesta área enquanto sendo protegido de quaisquer efeitos adversos. "

Ainda em 2007, a proposta de regulamento relativo a novos alimentos<sup>5</sup> apresentou que "o novo alimento deve, portanto, incluir alimentos derivados de plantas e animais, produzidos por técnicas de reprodução não tradicionais e os alimentos modificados por novos processos de produção, como a nanotecnologia e a nanociência, e que possam ter um efeito nos alimentos. "

No que tange à nomenclatura, a Recomendação da Comissão sobre Código de Conduta para a Investigação Responsável em Nanociências e Nanotecnologias<sup>6</sup>, em 2008, foi a seguinte: "nano-objetos ": na ausência de uma terminologia consensual a nível internacional, o termo genérico nano-objeto deve ser utilizado no Código de Conduta dos produtos da pesquisa N&N. O

---

<sup>3</sup> COM (2005) 243

<sup>4</sup> COM (2007) 505

<sup>5</sup> COM (2007) 872

<sup>6</sup> COM (2008) 424 – 2008

mesmo inclui nanopartículas e a sua agregação à escala nanométrica, nanossistemas, nanomateriais, materiais nanoestruturados e nanoproductos. [...] <sup>7</sup> "

Já o Segundo Relatório de Execução da Comissão Europeia, período de 2007-2009, do comunicado "Nanociências e Nanotecnologias: plano de ação para a Europa 2005-2009" <sup>8</sup>, prevê[...] os esforços e a necessidade de aprofundar os roteiros de investigação nos setores chaves da nanotecnologia, para aumentar a inovação e a competitividade; enquanto avança a compreensão fundamental de como os nanomateriais interagem durante todo o seu ciclo de vida com organismos vivos, de assegurar um elevado nível de segurança e proteção da saúde humana e do ambiente."

Assim, o Parlamento Europeu solicitou, em 2009, a introdução de uma definição, com base científica abrangente, de nanomateriais na legislação comunitária antes de alterar a legislação horizontal e setorial e tomada de conta das especificidades dos nanomateriais. No Regulamento (CE) n.º 1223/2009, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 30 de Novembro de 2009, sobre os produtos cosméticos, "Nanomaterial" foi definido como um material insolúvel ou bio-persistente e intencionalmente fabricados materiais com uma ou mais dimensões externas ou de uma estrutura interna, numa escala de 1 a 100 nm; "

O Regulamento (CE) 450/2009, da Comissão de 29 de Maio de 2009, relativa aos materiais e objetos ativos e inteligentes destinados a entrar em contacto com gêneros alimentícios dispõe que "as novas tecnologias cuja engenharia tenha substâncias no tamanho das partículas que apresentam propriedades químicas e físicas que diferem significativamente das partículas maiores, tais como nanopartículas, devem ser avaliadas caso a caso, em termos de risco, até que se tenha maiores informações sobre elas. Portanto, o conceito de barreira funcional não deverá aplicar-se a essas novas tecnologias. "

---

<sup>7</sup> Comunicação da Comissão "Aspectos Regulamentares dos Nanomateriais" COM (2008) 366 - "Na ausência de definições geralmente aceites, o termo "nanomaterial" utilizada na presente comunicação aborda os termos comumente usados como materiais nanoestruturados e materiais em nanoescala fabricados (ou modificados). A comunicação não aborda os nanomateriais ou nanopartículas que ocorrem naturalmente ou que são produzidos involuntariamente, por exemplo, em combustão. "

<sup>8</sup> COM (2009) 607

Já em 2011, o Regulamento (UE) nº10, da Comissão relativa aos materiais e objectos de plástico destinados a entrar em contacto com gêneros alimentícios disciplinou que "novas substâncias cuja engenharia tenha tamanho das partículas que apresentam propriedades químicas e físicas que diferem significativamente das partículas maiores, tais como as nanopartículas, estas diferentes propriedades podem levar a diferentes propriedades toxicológicas, pelo que estas substâncias devem ser avaliadas caso a caso pela autoridade em termos de risco, até que se tenha mais informações sobre estas novas tecnologias.

Portanto, deve-se notar que as permissões com base na avaliação de risco do tamanho de partícula convencional de uma substância não abrangem as nanopartículas.

O Regulamento (UE) nº1169, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 25 de Outubro de 2011, relativo à informação dos consumidores sobre os gêneros alimentícios, apresenta o "Nanomaterial artificial "como qualquer material intencionalmente produzidos tendo uma ou mais dimensões da ordem de 100 nm ou menos ou que é composto de partes funcionais discretos, quer internamente, quer na superfície, muitos dos quais têm uma ou mais dimensões da ordem 100 nM ou inferior, incluindo estruturas, aglomerados ou agregados, que podem ter um tamanho maior do que 100 nm, mas retêm as propriedades típicas de nanoescala. As propriedades típicas da nanoescala incluem:

- I) aquelas relacionadas à grande área de superfície específica dos materiais considerados; e/ou
- II) propriedades físico-químicas específicas, que são diferentes das propriedades do não-nanoforma do mesmo material;

Em 2011, a Diretiva (UE) nº 2011/65, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 8 de junho, relativa à restrição do uso de determinadas substâncias perigosas em equipamentos elétricos e eletrônicos, dispôs que "logo que existam provas científicas, e tendo em conta o princípio da precaução, é conveniente prever limitações para outras substâncias perigosas, incluindo quaisquer substâncias de dimensão muito pequena ou caracterizado por uma estrutura interna ou de superfície muito pequenas (nanomateriais) que podem ser perigosas devido às propriedades relacionadas com a sua dimensão ou estrutura, ea sua substituição por alternativas mais respeitadoras do ambiente e que assegurem níveis pelo menos equivalentes de proteção do consumidor."

Os esforços agora estão direcionados para os nanomateriais. Sua definição, como previsto, é parte do problema da gestão dos riscos ambientais e de saúde. Os trabalhos, neste sentido, têm sido despendidos como parte do desenvolvimento de diretrizes de teste toxicológico desde 2008. Como parte do desenvolvimento de regulamentos específicos, em 2009, a nível europeu, a Resolução Legislativa do Parlamento Europeu, referente à proposta de Regulamento "Novos Alimentos" estabelece que o "nanomaterial fabricado" significa qualquer material intencionalmente fabricado que tem uma ou mais dimensões da ordem de 100 nm ou menos, ou que é composto de partes funcionais discretos, quer internamente, quer na superfície, muitos dos quais têm uma ou mais dimensões da ordem de 100 nm ou menos, incluindo estruturas, aglomerados ou agregados, que podem ter um tamanho superior a cerca de 100 nm, mas retêm as propriedades típicas de nanoescala.

Desta forma, um material é considerado "nanomaterial" se cumprir um dos seguintes critérios: constituído por partículas com uma ou mais dimensões exteriores de tamanho entre 1 e 100 nm, com mais de 1% do número de partículas nesta condição; e o material que tem uma estrutura interna ou uma estrutura de superfície em uma ou mais dimensões de um tamanho entre 1 e 100 nm. Pela ISO 14644/ 2007, uma partícula significa uma parte minúscula de matéria com fronteiras físicas definidas.

Por conseguinte, a Recomendação da Comissão Europeia, nº 2011/696/UE, de 18 de Outubro de 2011, enfatizou a distribuição (por número) de nanopartículas e a noção de superfície específica ( $60 \text{ m}^2 / \text{cm}^3$  para as áreas de superfície específica de 100 nm de diâmetro e densidade igual a  $1 \text{ g} / \text{cm}^3$ ). Em casos específicos que se justifique por razões de proteção do ambiente, de saúde pública, de segurança ou de competitividade, também deliberou que o limiar de 50%, fixado para a distribuição de tamanho de número, pode ser substituído por um nível entre 1% e 50%. E por derrogação, os fulerenos, os flocos de grafeno e os nanotubos de carbono de parede simples, com uma ou mais dimensões externas inferiores a 1 nm, devem ser considerados nanomateriais.

Diante deste breve histórico, faz-se necessária a análise da nanotecnologia sob o viés ético e os potenciais impactos socioambientais inerentes à sua utilização atualna sociedade, bem ao seu desenvolvimento futuro.

## **2- Uma visão ética da nanotecnologia sob os aspectos dos riscos socioambientais**

O ser humano é detentor de exclusividade das questões éticas e morais. Todos os demais seres vivos, apesar de não fazer parte direta deste tipo de reflexão, podem ser objetos de uso e fruição desta comunidade ética e moral. Do ponto de vista individual e/ou coletivo, a utilização da nanotecnologia se insere no debate ético relacionado ao agir humano – seus desejos e suas escolhas – perante a sociedade, bem como o desenvolvimento atual e futuro de tal tecnologia.

A presença da nanotecnologia não deve ser considerada, por si só, como uma ameaça. É a teoria da Sociedade de Risco que é fundamental para se compreender onde há o risco e o perigo de tal tecnologia para o ser humano e conseqüente para o meio socioambiental.

### **2.1 - Sociedade de Risco à luz do pensamento de Ulrich Beck**

Segundo Beck, “a sociedade de risco designa uma época em que os aspectos negativos do progresso determinam cada vez mais a natureza das controvérsias que animam a sociedade. O que inicialmente ninguém via e, sobretudo, desejava, a saber, colocar a si mesmo em perigo e a destruição da natureza, está cada vez mais se tornando o motor da história”<sup>9</sup>. A ideia retratada por Beck não aprofunda o perigo em si, mas a intenção de buscar novas oportunidades face à pressão do perigo.

Para a análise em questão, precisamos distinguir riscos e perigos. “É o confronto da sociedade com o próprio potencial de autodestruição, criado artificialmente, que, de meu ponto de vista, marca a ruptura. Os perigos do átomo, os perigos químicos e ecológicos e os da manipulação genética constituem riscos que, em oposição ao primeiro período industrial, 1) não são limitáveis nem no espaço nem no tempo e tampouco no plano social, 2) não podem ser

---

<sup>9</sup>BECK, Ulrich. *A Política na Sociedade de Risco*. Este texto constitui a introdução do *Politik in der Risikogesellschaft. Essays und Analysen*, publicado em 1991 (Suhrkamp Verlag, Frankfurt am Main, p. 9 à 29). A presente tradução foi feita a partir da edição francesa – ver: Beck, Ulrich. “La politique dans la société du risque”, in *Revue du MAUSS* 1/2001 (no 17), p.1.

atribuídos a pessoas com base nas regras da causalidade, da culpabilidade e da responsabilidade em vigor, e 3) não podem ser objeto de compensação ou de alguma fiança. Onde as seguradoras privadas se recusam a cobrir riscos – tal é o caso para o desenvolvimento tecnológico que evocamos –, transpassamos o limiar entre riscos calculáveis e perigos incalculáveis. Dito de outra forma: à luz dos riscos incorridos, o sistema regulador que controla “racionalmente” as destruições industriais, se assemelha aos freios de uma bicicleta montados em um avião supersônico”.<sup>10</sup>

E não devemos considerar que os impactos da produção industrial representariam tão somente problemas ambientais. “Perigos são fabricados de forma industrial, exteriorizados economicamente, individualizados no plano jurídico, legitimados no plano das ciências exatas, e minimizados no plano político”<sup>11</sup>. Diante de tais aspectos, constata-se que estamos diante do perigo a todo o momento. E não há que se falar em visão apocalíptica, como forma de enrijecer e sustenta-lo, para que o agir humano em prol de sua mitigação se fortaleça. O que se percebe é justamente o contrário: a negação do perigo.

O conflito ambiental é apresentado sob o aspecto negativo de perdas, de destruições, de ameaças e até mesmo catástrofes. E como o mesmo é negado ou dissimulado, tendo em vista sua interpretação como um perigo, há que se buscar alternativas para não chegar à autodestruição.

Uma solução plausível para a tratativa da questão acima é o princípio de sobrevivência. Este “(...) exige legitimamente que se salvguarde a vida e que se afaste todo perigo que a ameace. O que é novo e decisivo na matéria é este conflito negativo, cujo único embate é a distribuição de perdas. É um combate contra sombras. No imediato, trata-se antes de tudo de desvantagens – e apenas indiretamente de vantagens (evitar alguns custos, a imagem da empresa, posição no mercado, favorecer valores como a saúde, o descanso e os lazeres na natureza) – e, sobretudo, de reprimir os efeitos, suas definições e atribuições. Quanto mais os aspectos negativos do progresso aumentam, mais os agentes industriais se tornam transparentes. No final, eles se tornarão personagens luminosos, irradiando, todavia, como um material radioativo<sup>12</sup>”.

---

<sup>10</sup> Cf. p. 1 e 2.

<sup>11</sup> Cf. p. 117 seg. e Klaus Dörre neste volume p. 232 seg.

<sup>12</sup> Cf. p. 4.

Assim, presencia-se uma evolução do conflito, passando a ser de responsabilidade. As alternativas passam por processo de normalização. É claro, ainda, em processo de compreensão de sua plenitude e de constantes adequações para tanto. As conquistas não estão sendo arraigadas no processo de negação, anteriormente vivido.

“A indústria aprendeu com o movimento ecologista: não é colocar em evidência o perigo e a perspectiva de sua supressão o que domina a cena política (...), mas o processo de contenção dos riscos maiores. Não se trata mais somente de negar os perigos, mas, sobretudo, de desacreditar as alternativas. Podemos também “afastar” um risco colocando deliberadamente o acento sobre outro, que passa então a ocupar o primeiro lugar a título de risco maior. Isso acontece principalmente quando muitos riscos de alta importância concorrem pela atenção política, sob o pano de fundo de uma política esclarecedora de êxito. A energia nuclear não precisa de propaganda direta, ela pode conquistar novos mercados descrevendo, de modo defensivo, ameaças que pesam sobre a camada de ozônio. Quando as possibilidades de obscurecer são abundantes, a encenação política dos riscos permite falsear o jogo, fazer papel de inocente, acusando o outro dos piores tormentos<sup>13</sup>”.

Diante da sucinta apresentação da teoria da Sociedade de Risco, faz-se necessária a análise do risco ambiente frente à utilização da nanotecnologia, tema que será objeto da sessão seguinte.

## **2.2. Risco ambiental e nanotecnologia**

Na medida em que algumas ações ou produtos podem causar efeitos catastróficos a gerações presentes e futuras, a regulação destas ações com justificativa ecológica estão suficientemente fundadas, moralmente e socialmente. Elas desafiam “falsas-aparências” de segurança, trazendo à tona perguntas de conteúdo inter-geracional. São percebidos e tratados diferentemente entre gêneros, classes sociais, podendo caracterizar de forma positiva ou negativa pessoas, classes profissionais, empresas e até mesmo países. Ainda assim, ações que podem ser consideradas de grande impacto em médio ou longo prazo podem ser de difícil alteração, uma vez que as mesmas estão entrelaçadas em costumes e inércia cultural e social.

---

<sup>13</sup>Cf. p. 10 e 11.



A implementação eficiente de políticas ecológicas depende então de sua capacidade de alterar, de forma efetiva, estes costumes ou mesmo as relações em que eles se inserem. Atividades de atores dentro de uma sociedade que ameaçam bens ecológicos no presente partem da premissa de que serão de alguma forma compensadas no futuro, seja através de ações corretivas, seja através de novas tecnologias. Outrossim, se não o fazem, dependem de um simulacro de inocuidade para se justificarem. Entretanto, a defesa deste simulacro, numa sociedade racional, só pode ocorrer com ausência de transparência, falha com a qual a democracia moderna de forma alguma coaduna.

Os resultados destas atividades produzidos no presente são visíveis e tangíveis, ainda que se encontrem no campo dos bens simbólicos, tais como os de natureza financeira ou cultural. Independem de um conhecimento técnico aprofundado para que tenham valor intrínseco. Por outro lado, as consequências ecológicas futuras de ações presentes, para serem apreendidas em sua seriedade, dependem de conhecimento especializado, metódico, preciso e de reconhecimento científico e jurídico. E estes conhecimentos nunca estão alheios a debate, poucas vezes conclusivos.

Enquanto isso, os bens ecológicos a serem produzidos permanecem sob ameaça, tornando-se escassos.

### **3- O Contraponto à Sociedade de Risco: Análise Econômica da Inovação (AED) e dos Atores**

De outra forma, uma análise econômica classicista dos modelos apresentados por Ulrich que justificam o uso do princípio da precaução para a regulação preliminar de nanomateriais e nanotecnologias faz-se relevante.

De um ponto de vista dos incentivos dos atores, Ulrich toma como modelo um jogo de dois participantes: de um lado, os fornecedores de produtos que se baseiam em nanotecnologias ou nanomateriais, de natureza privada, que dependem de suas vendas para sobreviverem e têm interesse vital em garantir a legalidade de suas ofertas.

De outro lado, temos o ator público que tem o interesse do bem público como bem jurídico a ser defendido, mas que pode ser influenciado pelo ator privado em sua tomada de

decisões, particularmente por hipotético pode econômico que deixaria por descoberto a integridade e a segurança dos indivíduos ou meio ambiente, hipossuficientes para garantir que seus interesses sejam protegidos como resultado das interações dos dois atores mencionados.

Entretanto, um fato a ser levado em consideração é o de que dificilmente tecnologias com a abrangência e aplicação como a que discutimos venha a ser monopólio de apenas um grupo. Além disso, seria também apressado (e quase irreal) admitir que estas novas tecnologias atinjam os atores privados dentro de uma sociedade de forma homogênea.

Ao contrário, um cenário muito mais comum e aceitável seria aquele onde os detentores de tecnologias mais arcaicas do que as nanotecnologias usem do argumento do princípio da precaução para garantir direitos de monopólio dos quais gozam no *status quo* atual.

Assim, por exemplo, fabricantes de medicamentos contra câncer, baseados em tecnologias correntes e já consolidadas, teriam um incentivo forte para alegar o princípio da precaução para tentar impedir a aceitação de novas tecnologias que venham a gerar produtos que competiriam diretamente com seus medicamentos, ou exijam das novas tecnologias períodos de teste e de aprovação muito superiores aos razoáveis com o objetivo de prolongar o período em que gozam de seus direitos de monopólio.

Considerando-se que os provedores tradicionais de produtos já gozam de fluxos de caixa provenientes de suas tecnologias já estabelecidas, bem como de interações com os atores públicos responsáveis pela regulação dos mercados onde se inserem, é razoável concluir que o poder econômico sugerido por Ulrich seria muito mais eficiente na criação de obstáculos a novas tecnologias de eficácia maior e custos menores na resolução dos problemas a que são fabricados do que o contrário.

Nesta situação, os “proletariados tecnológicos” resultantes não seriam os afetados por uma nova tecnologia com algum *spillover effect* (efeitos de transbordamento), mas sim, aqueles que seriam privados de uma tecnologia menos nociva, seja a pessoas ou ao meio ambiente.

Muito mais razoável do que considerar que toda a plêiade de atores privados tenha incentivos conflitantes entre si do que assumir que todos se reuniram com o intuito de promover a nova tecnologia. A criação de obstáculos para a nova tecnologia através do princípio da

precaução serviria, neste caso, para manter os riscos já assumidos com a tecnologia tradicional do que promover um novo estado tecnológico onde estes riscos poderiam ser minimizados.

É o caso, por exemplo, de tratamentos de câncer baseados em radiação atômica.

O risco associado ao manuseio destes produtos, tanto ao meio ambiente como aos pacientes e aos próprios manuseadores destes equipamentos e materiais é tristemente familiar a nós, brasileiros, como claramente representado no episódio do vazamento de Césio de Goiânia.

Por outro lado, o uso de nanorobôs para o tratamento dos mesmos casos de câncer já deixou o plano da ficção científica e passou a ser uma possibilidade bastante palpável no horizonte das tecnologias disponíveis para a erradicação de doença tão grave e socialmente impactante.

Seria natural imaginar que os fabricantes de equipamentos e os produtores de materiais radioativos argumentem que os perigos e riscos advindos da nova nanotecnologia sejam desconhecidos, enquanto os perigos e riscos decorrentes da radioterapia tradicional sejam já dominados e sob controle.

Entretanto, independentemente desta argumentação ser desenvolvida por atores privados competidores, por atores públicos, ou por terceiros interessados, ainda assim, este aspecto do papel e da regulação da inovação na sociedade.

Em princípio, toda a inovação ocasiona algum tipo de risco a um bem jurídico relevante, seja ela qual for a sua natureza. Exemplo recente, análogo e relevante é o caso da introdução do aplicativo de celulares Uber em várias cidades do Brasil. Argumenta-se que tais serviços não estariam sujeitos às inspeções de segurança dos passageiros, ou à tributação aos quais os taxistas são obrigados. Assim, dizem os taxistas, a liberdade de operação deste novo sistema violaria bens públicos de proteção a usuários.

Todo o processo de inovação comercial, econômica, tecnológica, etc., acarreta o surgimento de um grupo de tecnologias que se tornam obsoletas. Nesse sentido, Rothbard, conhecido representante da Escola Austríaca de Economia, descreve:

*“At any given time, then, there will be a shelf of available and more productive techniques that remain unused by many firms continuing with older methods. What determines*

*the extent to which these firms adopt new and more productive techniques? The reason that firms do not scrap their old methods immediately and begin afresh is that they and their ancestors have invested in a certain structure of capital goods. As times and tastes, resources, and techniques change, much of this capital investment becomes an ex post entrepreneurial error. If, in other words, investors had been able to foresee the changed pattern of values and methods, they would have invested in a far different manner. Now, however, the investment has been made, and the resulting capital structure is a given residue from the past that supplies the resources they have to work with. Since costs in the present are only present and future opportunities forgone, and bygones are bygones, existing equipment must be used in the most profitable way. Thus, there undoubtedly would have been far less investment in railroads in late nineteenth-century America if investors had foreseen the rise of truck and plane competition. Now that the existing railroad equipment remains, however, decisions concerning how much of it is to be used must be based on current and expected future costs, not on past expenses or losses. An old machine will be scrapped for a new and better substitute if the superiority of the new machine or method is great enough to compensate for the additional expenditure necessary to purchase the machine. The same applies to the shifting of a plant from an old location to a superior new location (superior because of greater access to factors or consumers). At any rate, the adoption of new techniques or locations is limited by the usefulness of the already given (and specific) capital-goods structure. This means that those processes and methods will be adopted at any time which will best satisfy the desires of the consumers. The fact that investment in a new technique or location is unprofitable means that the use of capital in the new process at the cost of scrapping the old equipment is a waste from the point of view of satisfying consumer wants. How fast equipment or location is scrapped as obsolescent, then, is not decided arbitrarily by businessmen; it is determined by the values and desires of consumers, who decide on the price and profitability of the various goods and on the values of the necessary nonspecific factors used to produce these goods. As is often true, critics of the free market have attacked it from two contradictory points of view: one, that it unduly slows down the rate of technological improvement from what it could and should be; and, two, that it unduly accelerates the rate of technological improvement, thereby unsettling the peaceful course of society. We have seen that a free market will, as far as the knowledge and foresight of entrepreneurs permit, produce so that factors are best allocated to satisfy the wishes of consumers. Improvement in productivity through new techniques and locations will be balanced against the opportunity costs forgone in value product from using the existing old plant. And ability in entrepreneurial foresight will be assured as much as possible by the market's process of "selection" in "rewarding" good forecasters and "penalizing" poor ones proportionately."<sup>14</sup>*

---

<sup>14</sup> A qualquer momento, então, haverá um grupo de tecnologias disponíveis e mais produtivas que permanecerão inutilizadas por várias empresas que continuarão com métodos antigos. O que determina a extensão com estas empresas adotam tecnologias novas e mais produtivas. A razão pela qual empresas não sucateiam seus velhos métodos e começam do zero é que estas e suas antecessoras investiram numa certa estrutura de bens de capital. À medida em que os tempos e os gostos, os recursos e as tecnologias mudam, muitos destes investimentos de capital se tornam erros de negócio ex-post. Se, em outras palavras, os investidores tivessem sido capazes de prever os padrões alterados de valores e métodos, eles teriam investido de outra maneira. Agora, porém, o investimento foi feito, e a estrutura de capital resultante é uma premissa residual do passado que fornece os recursos com que têm de trabalhar. Uma vez que os custos no presente são apenas presentes e a oportunidades futuras não renunciadas, e o que passou já passou, os equipamentos existentes devem ser utilizados da forma mais rentável. Assim, sem dúvida, teria havido muito menos investimento em ferrovias no final do século XIX na América se os investidores

Desta forma, dentro dos padrões estabelecidos por Ulrich e contemporizados por uma análise econômica dos atores como demonstrado por Rothbard, quais seriam os casos de risco que justificariam, de fato, uma intervenção jurídica para a proteção de bens públicos?

É inevitável chegarmos à conclusão de que não é qualquer risco que ensejaria a aplicação de limitação dos agentes públicos, sob pena de se privilegiar a posição de alguns atores em detrimento de outros e deter-se a inovação tecnológica e econômica tendo-se por justificativa a proteção de riscos que são inexistentes, irrelevantes ou superáveis.

#### **4- Da análise de risco na metodologia da AED**

Airton Guilherme Berger Filho descreve da seguinte forma os riscos relativos aos nanomateriais e nanotecnologias:

“1. O controle tecnológico na nano escala como elemento fundamental para o controle corporativo. Conforme ETC as tecnologias em nano escala fazem parte da estratégia operativa

---

tivessem previsto a ascensão do caminhão e a concorrência do avião. Agora que o equipamento ferroviário existente permanece, no entanto, as decisões a respeito de como a extensão com que deve ser usado deve ser baseada em custos futuros atuais e esperados, não em despesas ou perdas passadas. Uma máquina antiga será sucateada por uma nova e melhor substituta se a superioridade da nova máquina ou método é grande o suficiente para compensar o gasto adicional necessário para a aquisição da máquina. O mesmo se aplica à deslocação de uma planta de um local antigo para um novo local superior (superior por maior acesso aos fatores ou consumidores). De qualquer forma, a adoção de novas técnicas ou locais é limitada pela utilidade da estrutura de bens de capital já existente (e específica). Isso significa que esses processos e métodos serão adotados a qualquer momento que melhor satisfazer os desejos dos consumidores. O fato de que o investimento em uma nova tecnologia ou localização não é rentável significa que o uso de capital no novo processo com o custo de demolição do equipamento antigo é um desperdício do ponto de vista de satisfazer os desejos dos consumidores. Quão rápido equipamentos ou localização são descartados como obsoletos, então, não é decidido arbitrariamente por empresários; é determinado pelos valores e desejos dos consumidores, que decidem sobre o preço e a rentabilidade das diversas mercadorias e sobre os valores dos fatores não específicos e necessários usados para produzir esses bens. Como muitas vezes é verdade, os críticos do mercado livre o atacam a partir de dois pontos de vista contraditórios: um, afirmando que o mercado indevidamente retarda a taxa de melhoria tecnológica se comparada ao que poderia e deveria ser; e, dois, que o mercado indevidamente acelera a taxa de progresso tecnológico, e assim transtorna a via pacífica da sociedade. Vimos que um mercado livre, tanto quanto o conhecimento e visão dos empresários permitirem, produzirá de forma que fatores são melhor alocados para satisfazer os desejos dos consumidores. Melhoria da produtividade através de novas técnicas e locais serão contrabalançados com os custos de oportunidade não cobráveis no valor do produto de utilizar a antiga fábrica existente. E capacidade de previsão empresarial será assegurada, tanto quanto possível, por processos de mercado de "seleção" em "gratificar" bons previsores e "penalizar" os maus proporcionalmente. (Tradução e sublinhado nossos).

para o controle corporativo da indústria, dos alimentos, da agricultura e da saúde no século XXI. A nanotecnologia protegida pelos Direitos de Propriedade Intelectual pode significar o avanço na privatização da ciência e uma terrível concentração de poder corporativo, pelas grandes empresas transnacionais.

2. Controle social a partir da convergência entre informática, biotecnologia, nanotecnologia e ciências cognitivas: “A convergência ocorre quando a nanotecnologia se funde com a biotecnologia (permitindo o controle da vida através da manipulação de genes) e com Tecnologia da Informação (permitindo o controle do conhecimento através da manipulação de Bits) e com Neurociência cognitiva (permitindo o controle da mente através da manipulação dos neurônios).” O grupo ETC utiliza o termo BANG, para apresentar a convergência tecnológica entre bits, átomos, neurônios e genes. Conforme os estudos dessa organização não governamental o BANG “trata-se de uma cruzada tecnológica para controlar toda a matéria, vida e conhecimento.”

“De acordo com a teoria do Little BANG, os neurônios podem ser reengenheirados de tal forma que nossas mentes “falem” diretamente a computadores ou membros artificiais; vírus podem ser engenheirados para atuarem como máquinas ou, potencialmente, como armas; redes de computadores podem ser fundidas com redes biológicas para desenvolver inteligência artificial ou sistemas de vigilância. De acordo com o governo norte-americano, a convergência tecnológica irá “melhorar o desempenho humano” nos locais de trabalho, nos campos de futebol, nas salas de aula e nos campos de batalha”. (ETC, 2005, p. 24)

3. Riscos Ambientais e Riscos para a Saúde Humana: a nanobiotecnologia pode criar fusão entre a matéria viva e a não viva, resultando em organismos híbridos e produtos que não são fáceis de controlar e se comportam de maneiras não previsíveis. Alta reatividade e mobilidade e outras propriedades advindas de seu pequeno tamanho também têm grande probabilidade de acarretar novas toxicidades. Diversas são as indagações quanto aos riscos do contato com nanopartículas para a segurança dos trabalhadores e dos consumidores. O grande problema reside no fato de que ao se utilizar de nano implementos, não se tem certeza dos fatores nocivos provenientes dos produtos e subprodutos nanotecnológicos. Alguns estudos publicados demonstraram que cobaias submetidas a partículas “nano” apresentaram modificações morfofisiológicas drásticas, alguns resultando em morte. [1] Devido ao tamanho reduzido fica difícil determinar o grau de dispersão nano estruturas no meio ambiente.

4. A incerteza científica acerca das nanopartículas e o vácuo na regulamentação: Dados toxicológicos sobre nano partículas manufaturadas são escassos, mesmo existindo produtos comerciais no mercado (insumos agrícolas, cosméticos, filtros solares). Os critérios utilizados para saber a toxicidade das substâncias na escala macro não trazem certezas quando confrontados com a nanotecnologia. Não existem metodologias confiáveis para estabelecer diferença entre as propriedades encontradas na “Macroescala” e na “Nanoescala”. É importante evidenciar que no Brasil inexistem leis e dispositivos capazes de prevenir ou até mesmo abordar as peculiaridades dessa nova revolução tecnológica. As normas jurídicas que podem ser utilizadas para, por exemplo, autorizar a comercialização de um determinado produto nanotecnológico para a agricultura não difere das normas e critérios técnicos para os demais produtos, pois não existe uma diferenciação pelo Direito entre o tratamento legal da nanotecnologia e de outras tecnologias.”

Sobre o primeiro ponto abordado, nos parece inócuo opor-se ao desenvolvimento de uma tecnologia apenas porque este é feito pelo setor privado ou público. Em termos de risco, ele é o mesmo nos dois casos, podendo ser bem pior no segundo. Assim, deixaremos de lado esta consideração.

Os outros pontos merecem atenção mais próxima e organizada. Talvez seja de Posner a definição mais discutida sobre uma análise econômica dos riscos na aplicação de limitações jurídicas às ações de atores econômicos, do ponto de vista da entidade competente. Em vários de seus trabalhos, o autor fornece o uso de uma análise econômica de custo-benefício para uma avaliação quase quantitativa destes riscos.

Conforme propôs Posner:

*“A project is any government action, including a law or regulation, that causes a change in the status quo. A project might include the construction of a new highway, the repair of an old bridge, the creation of a national health insurance system, investment in research and development, the enactment of a law against age discrimination—any action that changes the productive capacities of an economy or the distribution of wealth. To evaluate a project, we compare the future “project state of the world” (P) with the “status quo state of the world” (S). In order to avoid biasing one’s decision in favor of the status quo, one should imagine that S and P are both “projects” between which the agency must choose, where the first project involves not changing the status quo. Any benefits from maintaining the status quo, such as minimization of uncertainty, should be treated explicitly as benefits that project S enjoys and project P lacks.*

*Some people think that a CBA (Cost-benefit Analysis) of S and P is conceptually straightforward, and the only problem posed by CBA is the practical difficulty of collecting data. Suppose that P would be the creation of a new dam. S, the status quo, would mean not constructing the dam. Clearly, a new dam would create benefits: people would enjoy cheaper electricity than under S. Just as clearly, a new dam would be costly in materials and labor that could be used for other projects, and in environmental degradation as well. One might believe that if one can accumulate data on these benefits and costs, the CBA itself would be a simple matter of determining whether the benefits exceed the costs. Unfortunately, matters are not this straightforward. To understand how CBA works, one must rely on a more precise model of the economy. Consider a two good and two person economy, with goods X and Y, and individuals A and B. P’s effect, relative to S, will be to change the amount of Y or the amount of X or both. Usually, a project will not increase both X and Y, but instead increase the amount of one good while reducing the amount of another. Holding the endowments of X and Y constant, if P increases the amount of Y relative to the amount of X, the price of Y (in terms of X) will fall. The individuals, A and B, experience this change in price as an increase in amount of purchasing power for Y and a decrease in the amount of purchasing power for X. Depending on their preferences for X and Y, this change in purchasing power will make one party better off and the other worse off, both better off, or both worse off. In our example of the dam, P represents the construction of the dam and S represents the decision not to construct the dam. Let Y represent*

*electricity and X represent fish. It is useful to choose one good as the numeraire, by which we mean the baseline good which is used to measure the other goods. If Y is the numeraire, then we talk about measuring fish in terms of electricity. (X could also be the numeraire). But, more generally, we think of the numeraire as representing all the goods in the economy except the other good under consideration, so if Y is the numeraire, then X represents fish, and Y represents everything else, which is denominated in dollars. Then we can measure X in terms of dollars. Although we can thus extend the two-good case to the real economy without causing analytic problems, we will stick to the two-good case, despite its lack of realism, because it is simpler.*

*P can have a variety of influences on A and B. The construction of a dam is likely to increase the supply of electricity but reduce the supply of fish. This means that the construction of the dam will reduce the price of electricity in terms of fish or, what is the same thing, increase the price of fish in terms of electricity. Suppose that in S a person can trade one fish for one unit of electricity, and that in P a person can trade one fish for two units of electricity. If A likes electricity more than fish at the margin, and has a lot of fish and little electricity, P will make A better off. He can exchange the fish for electricity at a higher rate than under S. If A likes fish more than electricity at the margin, and has a lot of electricity and few fish, P will make A worse off. Whereas under S he can trade one unit of electricity for one fish, under P he must use up two units of electricity in order to obtain one more fish. The same comments apply to B. So P can have four effects on the utility of the two people in the economy. It can make both better off relative to S, both worse off, A better off and B worse off, or B better off and A worse off.”<sup>15</sup>*

---

<sup>15</sup> Um projeto é qualquer ação do governo, incluindo uma lei ou regulamento, que faz com que uma mudança no *status quo* ocorra. Um projeto pode incluir a construção de uma nova rodovia, a reparação de uma ponte velha, a criação de um sistema de seguro de saúde nacional, o investimento em pesquisa e desenvolvimento, a promulgação de uma lei contra a discriminação por idade, ou seja, qualquer ação que altera as capacidades produtivas de uma economia ou a distribuição da riqueza. Para avaliar um projeto, nós comparamos o futuro "estado do mundo após o projeto" (P) com o "estado do mundo no *status quo*" (S). A fim de evitar a polarização de uma decisão a favor do *status quo*, deve-se imaginar que S e P são os dois "projetos", entre as quais a agência deve escolher, onde o primeiro projeto envolve a não-mudança do *status quo*. Quaisquer benefícios de manter o *status quo*, como minimização de incerteza, deve ser tratada de forma explícita como os benefícios que o projeto S goza de projeto e P não tem.

Algumas pessoas pensam que a ACB (Análise de Custo Benefício) de S e P é conceitualmente simples, e o único problema colocado pela ACB é a dificuldade prática de coleta de dados. Suponha-se que P seria a criação de uma nova barragem. S, o *status quo*, significaria não construir-se a barragem. Claramente, uma nova barragem criaria benefícios: as pessoas gozariam de eletricidade mais barata do que em S. Assim como, claramente, uma nova barragem seria caro em materiais e mão de obra que poderiam ser usados para outros projetos, e na degradação ambiental. Alguém pode acreditar que se é possível acumular dados sobre esses benefícios e os custos, a ACB nada mais seria do que uma simples questão de determinar se os benefícios excedem os custos. Infelizmente, as coisas não são simples assim. Para compreender como funciona a ACB, deve-se contar com um modelo mais preciso da economia. Considere uma economia de dois bens e duas pessoas, com bens X e Y, e indivíduos A e B. O efeito do P, em relação a S, será a de alterar a quantidade de Y ou a quantidade de X ou ambos. Normalmente, um projeto não aumentará tanto X e Y, mas em vez disso aumentará a quantidade de um bem ao mesmo tempo que reduz a quantidade de outro. Mantendo-se os montantes de X e Y constantes, se P aumenta a quantidade de Y em relação à quantidade de X, o preço de Y (em termos de X) cairá. Os indivíduos, A e B, experimentarão essa mudança de preços como um aumento na quantidade de poder de compra para Y e uma diminuição na quantidade de poder de compra para X. Dependendo de suas preferências para X e Y, essa mudança no poder de compra vai colocar uma parte em melhor e outra em pior situação, as duas em situação melhor, ou ambas em pior situação. No nosso exemplo da barragem, P representa a construção da barragem e S representa a decisão de não construir a



Desta forma, em termos gerais, uma primeira alternativa para a avaliação da validade de um risco, que justificasse uma limitação normativa (ou absoluta) da ação de atores econômicos, seria a consideração de que se os custos da adoção de uma nova tecnologia fossem tão gigantescos seria aconselhável impedir o seu uso de forma peremptória.

No caso específico dos nanomateriais, é difícil imaginar um risco ambiental ou social resultante tão gigantesco que viesse a fazer com que sua utilização seja passível de banimento ou restrições que não as já aplicáveis a quaisquer tipos de novos materiais, incluindo-se os tóxicos e os atômicos: a realização de testes para a comprovação da existência de repercussões posteriores que justifiquem a imposição de multas ou restrições a sua manufatura de forma a compensar pelos danos causados e incentivar os produtores a investir em inovação que limite os *spillover effects* (efeitos de transbordamento) produzidos.

Já no caso das nanotecnologias, principalmente as robóticas, poder-se-ia, pelo menos a nível hipotético, considerar os casos onde o uso mal-intencionado destas tecnologias poderia levar à construção de armas de destruição em massa, acessíveis a grupos terroristas, ou mecanismos de controle neurobiológico por grupos monopolistas, privados ou não. Esta possibilidade, ainda que remota, é levantada também por outro Posner, Richard.

---

barragem. Y representa eletricidade e X representa peixes. É útil para escolher um bem como numerário, pelo qual se entende a base que é usada para medir os outros bens. Se Y é o numerário, então falamos de medição de peixes em termos de energia elétrica. (X também poderia ser um numerário). Mas, de modo mais geral, pensamos no numerário como a representação de todos os bens na economia, exceto o outro bem considerado; por isso, se Y é o numerário, em seguida, X representa peixes, e Y representa todo o resto, o que é denominado em dólares. Então, podemos medir X em termos de dólares. Embora possamos, assim, estender o caso de dois bens para a economia real sem causar problemas analíticos, vamos nos ater ao caso de dois bens, apesar de sua falta de realismo, porque é mais simples.

P pode ter uma variedade de influências em A e B. A construção de uma barragem é susceptível de aumentar o fornecimento de eletricidade mas reduzir a oferta de peixes. Isto significa que a construção da barragem irá reduzir o custo da energia, em termos de peixe ou, o que é a mesma coisa, aumentar o preço do peixe em termos de eletricidade. Suponha que em S se pode trocar um peixe por uma unidade de eletricidade, e que em P se pode trocar um peixe por duas unidades de eletricidade. Se A gosta marginalmente de eletricidade mais do que de peixe, e tem um monte de peixe e pouca eletricidade, P vai fazer uma melhor situação para A. Ele pode trocar o peixe pela eletricidade a uma taxa maior do que em S. Se A gosta marginalmente de peixe mais do que de eletricidade, e tem uma grande quantidade de eletricidade e alguns peixes, P colocará A em uma situação pior. Considerando que, sob S, ele pode trocar uma unidade de eletricidade por um peixe, sob P ele deve usar duas unidades de eletricidade a fim de obter mais um peixe. Os mesmos comentários se aplicam a B. Assim, P pode ter quatro efeitos sobre a utilidade das duas pessoas na economia. Pode colocar ambos em melhor situação em relação ao S, ambos em situação pior, A melhor e B em situação pior, ou B melhor e A em pior situação. (Tradução nossa).

Entretanto, é difícil imaginar que este risco seria maior do que os riscos análogos já existentes na manufatura de armas biológicas ou mesmo químicas. De fato, os materiais e tecnologias necessários para a construção destas últimas são muito mais disponíveis e a tecnologia, muito mais estabelecidas, do que as que possibilitam a construção de armas nanotecnológicas, tendo em vista o grau de sofisticação que estas últimas requerem.

Além disso, a rastreabilidade dos materiais e tecnologias para a construção de armas nanotecnológicas é muito maior do que as das armas biológicas ou químicas, uma vez que existem componentes artificiais que podem ser identificados nas primeiras, bem como disponibilidade pequena de fabricantes capazes de fornecê-las.

Mais do que isso, considerando-se ainda que houvesse a possibilidade do uso bélico da nanotecnologia e que tal uso pudesse ser disponível e disseminado, a construção de mecanismos de localização, defesa e eliminação dos efeitos de tais armas só poderia ocorrer num ambiente onde a pesquisa e o desenvolvimento destas alternativas fosse profícuo. Tal ambiente só existiria onde a pesquisa e comercialização de tais tecnologias fossem se não completamente livre, pelo menos possível, assim como o são nos casos da pesquisa biológica e química.

Cabe, ainda, a consideração de uma aplicação do conceito de risco em economia para a elucidação das justificativas para a limitação normativa das atividades dos atores econômicos. Assim, coloca Rothbard:

*“Entrepreneurship deals with the inevitable uncertainty of the future. Some forms of uncertainty, however, can be converted into actuarial risk. The distinction between “risk” and “uncertainty” has been developed by Professor Knight. “Risk” occurs when an event is a member of a class of a large number of homogeneous events and there is fairly certain knowledge of the frequency of occurrence of this class of events. (...)In other situations, a given loss or hazard may be large and infrequent in relation to a firm’s operations (such as the risk of fire), but over a large number of firms it could be considered as a “measurable” or actuarial risk. In such situations, the firms themselves could pool their risks, or a specialized firm, an “insurance company,” could organize the pooling for them. The principle of insurance is that firms or individuals are subject to risks which, in the aggregate, form a class of homogeneous cases. Thus, out of a class of a thousand firms, no one firm has any idea whether it will suffer a fire next year or not; but it is fairly well known that ten of them will. In that case, it may be advantageous for each of the firms to “take out insurance,” to pool their risks of loss. Each firm will pay a certain premium, which will go into a pool to compensate those firms which suffer the fires.*

(...)

*The contrast between risk and uncertainty has been brilliantly analyzed by Ludwig von Mises. Mises has shown that they can be subsumed under the more general categories of "class probability" and "case probability." "Class probability" is the only scientific use of the term "probability," and is the only form of probability subject to numerical expression. In the tangled literature on probability, no one has defined class probability as cogently as Ludwig von Mises: Class probability means: We know or assume to know, with regard to the problem concerned, everything about the behavior of a whole class of events or phenomena; but about the actual singular events or phenomena we know nothing but that they are elements of this class.*

(...)

*Most uncertainties are uninsurable because they are unique, single cases, and not members of a class. They are unique cases facing each individual or business; they may bear resemblances to other cases, but are not homogeneous with them. Individuals or entrepreneurs know something about the outcome of the particular case, but not everything.*"<sup>16</sup>

Assim sendo, de um ponto de vista de uma análise de custo-benefício, é difícil justificar a proibição ou limitação excessiva do uso de nanomateriais e nanotecnologias uma vez que os

---

<sup>16</sup> Empreendedorismo lida com a inevitável incerteza do futuro. Algumas formas de incerteza, no entanto, podem ser convertidas em risco atuarial. A distinção entre o "risco" e "incerteza" foi desenvolvida pelo professor Knight. "Risco" ocorre quando um evento é um membro de uma classe de um grande número de eventos homogêneos e há bastante conhecimento preciso da frequência de ocorrência desta classe de acontecimentos. (...) Em outras situações, uma determinada perda ou risco pode ser grande e pouco frequente em relação a operações de uma empresa (tais como o risco de incêndio) mas, ao longo de um grande número de empresas, elas podem ser consideradas como um risco "mensurável" ou atuarial. Em tais situações, as próprias empresas poderiam reunir os seus riscos, ou uma empresa especializada, uma "companhia de seguros", poderia organizar esta reunião para eles. O princípio do seguro é que as empresas ou pessoas físicas estão sujeitas a riscos que, em conjunto, formam uma classe de casos homogêneos. Assim, a partir de uma classe de um milhar de empresas, nenhuma empresa tem alguma idéia se ela vai sofrer um incêndio no ano que vem ou não; mas é bastante conhecido que dez delas vai. Nesse caso, pode ser vantajoso para cada uma das empresas "fazer um seguro" para reunir os seus riscos de perda. Cada empresa vai pagar uma certa anuidade, que vai entrar em um montante para compensar as empresas que sofrem os incêndios.

(...)

O contraste entre o risco e a incerteza foi brilhantemente analisado por Ludwig von Mises. Mises mostrou que eles podem ser incluídos nas categorias mais gerais da "probabilidade de classe" e "caso de probabilidade." "Probabilidade de classe" é o único uso científico do termo "probabilidade", e é a única forma de probabilidade sujeita à expressão numérica. Na literatura emaranhada sobre probabilidade, ninguém definiu probabilidade de classe tão convincentemente como Ludwig von Mises: probabilidade de classe significa: Nós sabemos ou presumimos conhecer, no que diz respeito ao problema em causa, tudo sobre o comportamento de toda uma classe de eventos ou fenômenos; mas sobre os acontecimentos singulares reais ou fenômenos não sabemos nada, a não ser que eles são elementos desta classe.

(...)

A maioria das incertezas são seguráveis porque são casos únicos, exclusivos, e não membros de uma classe. Eles são casos únicos que cada indivíduo ou empresa enfrenta; eles podem ter semelhanças com outros casos, mas não são homogêneos com eles. Indivíduos ou empresários sabem algo sobre o desfecho do caso particular, mas não tudo. (Tradução nossa).

riscos e incertezas deles decorrentes não são maiores do que os riscos e incertezas decorrentes de tecnologias já existentes.

Da mesma forma, a análise e a identificação de problemas futuros resultantes desta tecnologia dependeria, em larga medida, do avanço na pesquisa e inovação nesta mesma área, o que só poderia ocorrer de forma eficiente com a participação de atores privados neste processo.

#### **4- Desafios da regulamentação da nanotecnologia de acordo com o princípio da precaução**

A Conferência das Partes à Convenção sobre a Diversidade Biológica adotou o Protocolo sobre Biossegurança relativo à transferência, manipulação e utilização seguras de organismos modificados vivos resultantes da biotecnologia moderna. O texto do protocolo traz como objetivo principal a precaução:

“Artigo 1º: De acordo com a abordagem de precaução contida no Princípio 15 da Declaração do Rio sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, o objetivo do presente Protocolo é de contribuir para assegurar um nível adequado de proteção no campo da transferência, da manipulação e do uso seguros dos organismos vivos modificados resultantes da biotecnologia moderna que possam ter efeitos adversos na conservação e no uso sustentável da diversidade biológica, levando em conta os riscos para a saúde humana, e enfocando especificamente os movimentos transfronteiriços.”

Os textos normativos acima confirmam a essência do princípio da precaução apresentado por Antunes “A dúvida sobre a natureza nociva de uma substância não deve ser interpretada como se não houvesse risco.” Na dúvida, segundo Maria Alexandra de Souza Aragão (2002, p.19), podem existir em três circunstâncias que justificam a aplicação do princípio da precaução:

a) quando ainda não se verificaram quaisquer danos decorrentes de uma determinada atividade, mas se receia, apesar da falta de provas científicas, que possam vir a ocorrer;

b) quando havendo já danos provocados ao ambiente, não há provas científicas sobre qual a causa que está na origem dos danos;

c) ou ainda quando apesar de existirem danos provocados ao meio ambiente, não há provas científicas sobre o nexo de causalidade ente uma causa possível e os danos verificados.”

Mas Berger Filho admite ainda em sua ponderação sobre o uso de tal princípio:

“Nesse sentido, o princípio da precaução passa também pelo exame de sua legitimidade. As políticas ambientais não dependem apenas de decisões pautadas em dados ou alternativas propostas pela ciência. A gestão do meio ambiente passa necessariamente por decisões políticas. O Direito serve para equilibrar interesses, para afirmar limites da atuação do Estado e dos atores econômicos. Serve para fundamentar a resolução de conflitos ambientais com base em princípios e normas que estruturam o Estado democrático de Direito. Tais políticas ambientais, estruturadas por normas, devem estar pautadas, interesse geral da sociedade, na transparência e publicidade dos atos do poder público e possibilitar a participação e o comprometimento dos múltiplos atores sociais.”

Diz ainda:

“Vale ressaltar, que a observância do princípio da precaução pelo Poder Público não tem por finalidade imobilizar o progresso da humanidade, da ciência, ou da economia. Conforme Machado (2003, p.56) ‘não se trata da precaução que tudo impede ou que em tudo vê catástrofe ou males. O princípio da precaução visa à durabilidade da sadia qualidade de vida das gerações humanas e à continuidade da natureza existente no planeta’.”

O que se pede no caso em análise é uma visão detalhada e ponderada sobre o que deve ser regulado e como. Se a mera possibilidade da existência de risco justificasse a erradicação das pesquisas em campos considerados controversos, dentro da análise de custo e benefício que descrevemos, os bens resultantes sacrificados seriam muito maiores do que os bens protegidos.

Pois poderíamos aplicar o princípio da precaução, de forma análoga, às pesquisas desenvolvidas no Grande Colisor de Hadrons da CERN, pois estes poderiam eventualmente criar buracos negros que engoliriam nosso planeta (por mais que não haja base científica para esta afirmação), ou às pesquisas no campo da neurociência, pois esta poderia levar ao controle mental da maioria de nossa população (ainda que isto pudesse ocorrer independentemente da intervenção de grupos privados).

Abriríamos mão de entender o universo, a antimatéria, a matéria escura, os buracos negros e o mecanismo de criação do átomo e do universo. Abriríamos mão ainda de entendermos e curamos doenças graves e que afetam a qualidade de vida de um número enorme de pessoas, tais como a demência, a esquizofrenia ou a depressão clínica.

Da mesma forma, o abandono das pesquisas sobre o uso das nanotecnologias sacrificaria a solução de várias doenças de alcance global, tais como o câncer.

Ainda que reconheçamos a necessidade de se dar atenção ao princípio da precaução, propomos que novas análises e novas formas de regulamentação sejam consideradas, de forma a incentivar que mecanismos de mercado atuem na prevenção dos riscos observados com a nova tecnologia ao invés de incentivá-los.

Assim, se a liberdade absoluta da inovação tecnológica neste campo é considerada muito arriscada, a implantação de parâmetros que permitam seu controle, rastreabilidade e efeitos não precisa ser impeditiva. O registro destes materiais, sua serialização, o registro de seus produtores, vendedores e compradores, assim como já é feito com outros materiais e outras tecnologias de risco pode ser feita de forma a assegurar que os atores envolvidos com estas tecnologias possam continuar com suas atividades sem terem custos excessivos com sua conformidade com regras que garantam transparência e responsabilização.

## **Considerações Finais**

Se por um lado consideramos que o princípio da precaução é de aplicação importante num mundo onde novas tecnologias podem ter impactos de dimensões catastróficas e irreversíveis, por outro lado, percebemos também que imensa cautela é necessária em sua implementação.

O equilíbrio entre a aplicação deste princípio e a possibilidade de continuação da inovação tecnológica passa também por uma análise de novas formas de regulação que não sejam baseadas meramente numa estrutura binária de permissão / proibição, mas pelos incentivos a serem dados para os atores nela envolvidos.

É necessário saber delimitar os tipos de risco, se são previsíveis e contornáveis, se sua materialização implica na participação dos produtores do risco na contenção de suas consequências e se a probabilidade de danos catastróficos compensam a liberdade de sua produção.

Neste sentido, a contraposição da análise econômica ao raciocínio jurídico pode ainda trazer vários frutos eficientes e abrangentes ao estudo de questões tais como as analisadas neste estudo. Através dela, poderemos definir se as atividades e os produtos que podem eventualmente trazer danos ao bem ecológico são passíveis de terem seus transbordamentos contidos através de políticas embasadas em mecanismos econômicos ao invés de meramente normativos. Tais mecanismos incluem um sistema de seguros acoplados a normas de rastreamento e responsabilização de atores.

Podemos ainda, através desta análise, isolar as incertezas que são efetivamente passíveis de terem impactos catastróficos e isolar, apenas nestas, a aplicação de normas proibitivas, dependendo do caso. Entretanto, é importante lembrar que, em muitos destes casos, o impedimento destas consequências catastróficas depende muito mais do avanço transparente e difundido das tecnologias controversas do que de uma tentativa de coibição de seu uso fadada ao fracasso, especialmente num mundo onde a internacionalização do conhecimento e da produção enfraquecem a capacidade estatal de impor coibição eficiente.

Finalmente, é de suma importância lembrar que, apesar de uma atividade poder gerar danos a seres humanos numa primeira análise, as mesmas atividades, principalmente quando se referem a inovações tecnológicas, podem trazer também benefícios que ultrapassam em muito os danos gerados, justificando sua aceitação e até mesmo incentivo.

É neste cenário complexo e delicado que a multidisciplinariedade das análises se faz não apenas benéfica, mas indispensável.

## **Referencial bibliográfico**

BECK, Ulrich. *A Política na Sociedade de Risco*. Este texto constitui a introdução do *Politik in der Risikogesellschaft. Essays und Analysen*, publicado em 1991 (Suhrkamp Verlag, Frankfurt am Main, p. 9 à 29). A presente tradução foi feita a partir da edição francesa – ver: Beck, Ulrich. “La politique dans la société du risque”, in *Revue du MAUSS* 1/2001 (no 17), p. 376-392.

- BERGER FILHO, Airton Guilherme. Nanotecnologia e o princípio da precaução na sociedade de risco. Disponível em: [http://ambito-juridico.com.br/site/index.php?n\\_link=revista\\_artigos\\_leitura&artigo\\_id=7084](http://ambito-juridico.com.br/site/index.php?n_link=revista_artigos_leitura&artigo_id=7084)
- BUCHANAN, James M. The Calculus of Consent: Logical Foundations of Constitutional Democracy. 1. ed. Indianapolis: Liberty Fund, 1999.
- BUCHANAN, James M. The Demand and Supply of Public Goods. 1. ed. Indianapolis: Liberty Fund, 1999.
- COOTER, Robert e ULEN, Thomas. Law and Economics. 4a edição. Boston: Pearson Addison Wesley, 2003.
- DURÁN, Nelson; MATTOSO, Luiz Henrique Capparelli e MORAIS, Paulo Cezar de. Nanotecnologia – Introdução, preparação e caracterização de nanomateriais e exemplos de aplicação. 1. ed. São Paulo: Artliber, 2006.
- EPSTEIN, Richard A.. Simple Rules for a Complex World. Cambridge: Harvard University Press, 1995.
- MISES, Ludwig Von. Ação Humana: Um Tratado de Economia. 3.1. ed. São Paulo: Instituto Ludwig Von Mises Brasil, 1966.
- POSNER, Eric A.; ADLER, Matthew D. New Foundations of Cost Benefit Analysis. 1. ed. Cambridge: Harvard University Press, 2006.
- POSNER, Eric A.; ADLER, Matthew D. Rethinking Cost Benefit Analysis. JOHN M. OLIN LAW & ECONOMICS WORKING PAPER NO. 72 (2D SERIES). Disponível em The Chicago Working Paper Series Index: <http://www.law.uchicago.edu/Publications/Working/index.html>, 1999.
- POSNER, Richard A. Catastrophe – Risk and Response. 1. ed. New York: Oxford University Press, 2004.
- ROTHBARD, Murray N. Man, Economy and State with Power and Market – Scholar’s Edition. 2a ed. Auburn: Ludwig Von Mises Institute, 2009.
- SHAVELL, Steven. Foundations of Economic Analysis of Law. Cambridge: Harvard University Press, 2005.
- TULLOCK, Gordon. Bureaucracy. 1. ed. Indianapolis: Liberty Fund, 2005.
- TULLOCK, Gordon. The Rent Seeking Society. 1. ed. Indianapolis: Liberty Fund, 2005.



