

Economic Analysis of Law Review

Princípio da precaução e regulação do risco nanotecnológico: consequências econômicas

Precautionary principle and regulation of nanotechnology risk: economic consequences

Mateus de Oliveira Fornasier¹

Universidade Regional do Noroeste do Estado do RS

RESUMO

Ainda não há legislação em vigor no Brasil (ou normativas administrativas) concernente ao risco que as nanopartículas possam vir a representar para o meio ambiente e para a saúde humana. Nesta senda, o problema do qual este trabalho se ocupa é: que dispositivos normativos presentes na programação jurídica brasileira podem ser considerados importantes para o empreendedor levar em consideração no momento de investir em nanotecnologia no Brasil? A hipótese apresentada é a de que o princípio da precaução é fator a ser levado em consideração. Aliás, considera-lo como importante faz com que diversas medidas devam ser tomadas pelo empresário que se interesse por investir em nanotecnologias – inversão do ônus da prova em seu desfavor em eventuais processos por responsabilidade civil talvez seja a principal delas. O objetivo geral deste trabalho é descrever a presença do princípio da precaução no ordenamento jurídico brasileiro. Para a consecução deste objetivo geral, dividiu-se o artigo em dois objetivos específicos: a) analisar-se-ão as principais características e previsões normativas do referido princípio na legislação brasileira; b) será descrita a jurisprudência do Superior Tribunal de Justiça, no que tange a tal principiologia, descrição esta que se direcionará àquilo que importa para o empreendedor: o que significa a inserção do princípio da precaução na normatização das nanotecnologias, a fim de se analisar que reflexos na atividade econômica tal princípio pode apresentar.

Palavras-chave: nanotecnologias; risco; regulação; precaução.

JEL: K00, K2.

ABSTRACT

There is still no legislation in Brazil (or administrative norms) concerning to the risk that nanoparticles might pose to the environment and to human health. In this sense, the problem which this paper is concerned is: what normative devices present in Brazilian juridical program can be considered important for the entrepreneur when investing in nanotechnology in Brazil? The hypothesis presented is that the precautionary principle is a factor to be taken into consideration. Moreover, considering precaution as something important might implies in taking several measures by the entrepreneur interested in investing in nanotechnology – and reverse burden of proof to his detriment in any lawsuit concerning to civil liability may be the main one. The main objective of this paper is to describe the presence of the precautionary principle in Brazilian legal system. To achieve this overall objective, the article is divided into two specific objectives: a) Firstly, it will analyze the main characteristics and normative predictions of this principle in Brazilian law; b) In second place, the jurisprudence of Brazilian Superior Court of Justice will be described, with respect to such principle, being that this description is directed to what it worth to the entrepreneur: What the inclusion of the precautionary principle in the regulation of nanotechnologies means, in order to analyze its reflexes on economy.

Keywords: nanotechnology; risk; regulation; precaution.

R: 29/9/14 **A:** 29/3/15 **P:** 30/3/15

¹ E-mail: mateus.fornasier@unijui.edu.br.

1. Introdução

As nanotecnologias trazem grande potencial libertador na esteira do seu desenvolvimento: talvez sejam comparáveis (se é que não superam) apenas às tecnologias de manipulação do núcleo atômico – mas, certamente, são de maior gama de aplicação, eis que praticamente todas as indústrias: desde aquelas que realizam um aproveitamento comercial mais próximo ao cidadão comum (medicina, cosméticos, têxteis, agricultura, materiais de diversas aplicações) até as mais sofisticadas (aeroespacial, eletrônica) apresentam grande possibilidade de aplicação das inovações delas provenientes. Dada esta vasta amplitude, é improvável pensar que as consequências decorrentes do seu uso e desenvolvimento não tenham implicações jurídicas fundamentais.

Ainda não há, contudo, conforme se observará adiante, legislação em vigor no Brasil (ou normativas administrativas) concernente ao *risco* que as nanopartículas possam vir a representar para o meio ambiente e para a saúde humana (em outras palavras: ainda não há uma lei de “nanosseguurança” brasileira). Nesta senda, o problema do qual este trabalho se ocupa é: que dispositivos normativos presentes na programação jurídica brasileira podem ser considerados importantes para o empreendedor levar em consideração no momento de investir em nanotecnologia no Brasil?

A hipótese apresentada é a de que o *princípio da precaução*, presente em diversos textos legislativos válidos no Brasil, bem como na jurisprudência dos Tribunais Superiores (mormente no Superior Tribunal de Justiça), é fator a ser levado em consideração. Aliás, considera-lo como importante faz com que diversas medidas devam ser tomadas pelo empresário que se interesse por investir em nanotecnologias – inversão do ônus da prova em seu desfavor em eventuais processos por responsabilidade civil talvez seja a principal delas.

O objetivo geral deste trabalho é descrever a presença do princípio da precaução no ordenamento jurídico brasileiro. Para a consecução deste objetivo geral, dividiu-se o artigo em três objetivos específicos – sendo o primeiro deles a observação da contingência das nanotecnologias, demonstrando-se que, ao lado de ótimas opções do seu uso para várias áreas que podem vir a melhorar a qualidade de vida humana, trazem consigo, em razão da pouca certeza científica que se tem do impacto das nanopartículas no meio ambiente e na saúde humana, possibilidades danosas.

Logo após, serão analisadas as principais características e previsões normativas do acerca do princípio da precaução na legislação brasileira – analisando-se a ordem constitucional e o ordenamento legal federal, principalmente.

Por fim, será descrita a jurisprudência do Superior Tribunal de Justiça, no que tange a tal principiológica, descrição esta que se direcionará àquilo que importa para o empreendedor: o que significa a inserção do princípio da precaução na normatização das nanotecnologias, a fim de se analisar que reflexos na atividade econômica tal princípio pode apresentar.

2. Danos à saúde humana e ao meio ambiente em razão da dispersão e da exposição às nanopartículas

Um nanômetro (“nm”, em sua abreviatura) é a bilionésima parte do metro ($1\text{m} \times 10^{-9}$), ou seja: 0,000000001 m. Para ser estabelecido um comparativo entre esta medida e tamanhos comuns no cotidiano, apresente-se uma lista sintética:

- um fio de cabelo humano tem cerca de 50.000 nanômetros;
- a célula de uma bactéria tem cerca de algumas centenas de nanômetros;

- os chips comercializados em 2004 têm padrões menores que 100 nanômetros;
- as menores coisas observáveis a olho nu têm cerca de 10.000 nm;
- 10 átomos de hidrogênio, alinhados, perfazem 1 nanômetro.²

O desenvolvimento nanotecnológico começa a se tornar realidade no início da década de 1980, quando físicos europeus operando microscópios de varredura por sonda, que mapeiam objetos mediante o uso de uma agulha cuja ponta contém poucos átomos de superfície.³ Nas três décadas seguintes esta técnica se desenvolveu muito, sendo também bastante difundido na atualidade. Aliás, este período também conheceu o desenvolvimento de microscópios eletrônicos que permitem a visualização de átomos e detalhes de objetos em escala nanométrica.

Pode-se traçar uma pequena cronologia dos fatos mais importantes ligados ao desenvolvimento das nanotecnologias citando-se um esquema traçado por Oswaldo Alves, conforme se observa abaixo:

Em 1974, Norio Taniguchi cunhou o termo “nanotecnologia”, [para] máquinas que tivessem níveis de tolerância inferiores a um micron (1000 nm). [Também podem ser citados] o trabalho de Gerd Binnig e Heinrich Rohrer, criadores do microscópio eletrônico de tunelamento [...] em 1981; a descoberta dos fulerenos⁴, por Robert Curl, Harold Kroto e Richard Smalley, em 1985; a publicação do livro de Eric Drexler, *Engines of Creation*, que popularizou efetivamente a nanotecnologia. [...] O feito de Donald Eigler, [...] escrever o nome IBM, em 1989, com átomos individuais do elemento xenônio e a descoberta dos nanotubos de carbono, feita por Sumio Iijima, no Japão, em 1991. Tais descobertas, aliadas às perspectivas que admitiam a nanotecnologia como “uma nova revolução científica”, [...] levaram a administração de Clinton, então presidente dos Estados Unidos, a lançar, em 2000, no California Institute of Technology, a National Nanotechnology Initiative, [com] investimentos da ordem de US\$ 495 milhões [...].⁵

O investimento estadunidense desencadeou a montagem de vários outros programas nacionais ambiciosos ligados à área (iniciando-se pela Comunidade Europeia e pelo Japão), em razão da percepção de que poderia ser significativa, num futuro próximo, para os países industrializados desenvolvidos (ou em desenvolvimento) – sendo que, entre 1997 e 2002, agências governamentais de todo o mundo reportaram um crescimento nos investimentos da ordem global de cinco vezes em pesquisa e desenvolvimento em nanotecnologias.⁶

Já são comercializados no mundo todo cosméticos e produtos de higienização doméstica, principalmente, envolvendo substâncias ou processos obtidos e realizados a partir do uso das nanotecnologias. Aliás, o próprio processo produtivo com a utilização de nanotecnologias pode trazer consequências bastante degradantes para a saúde do trabalhador diretamente envolvido.

Nunca ocorreu na história, o contato dos seres humanos, com nanomateriais sintéticos de elevada pureza, concentração, complexidade ou funcionalização, tornando a síntese, manipulação, manuseio, estocagem, estabiliza-

² Feynman, Richard. Há mais espaço lá embaixo. Tradução de Roberto Belisário e Elizabeth Gigliotti de Sousa. **Revista Parcerias Estratégicas**, Brasília, n. 18, p. 137-155, 2004, p. 27.

³ Melo Celso Pinto; Pimenta, Marcos. Nanociência e Nanotecnologia. **Revista Parcerias Estratégicas**, Brasília, n. 18, p. 9-21, 2004, p. 13.

⁴ Fulerenos são novas formas de organização molecular do carbono, de fórmula C_{60} e C_{70} . Sua descoberta (ou, melhor dizendo, seu desenvolvimento) permitiu a organização dos nanotubos, os quais já evoluíram para as nanoesponjas. (Alves, Oswaldo. Nanotecnologia, nanociência e nanomateriais: quando a distância entre presente e futuro não é apenas questão de tempo. **Revista Parcerias Estratégicas**, Brasília, n. 18, p. 23-40, 2004, p. 30-31).

⁵ Feynman, Richard. Há mais espaço lá embaixo. Tradução de Roberto Belisário e Elizabeth Gigliotti de Sousa. **Revista Parcerias Estratégicas**, Brasília, n. 18, p. 137-155, 2004, p. 27.

⁶ Ibid., p. 26.

ção, incorporação e o uso dos nanomateriais em um assunto de extrema complexidade, ainda não completamente estudado em sua profundidade, tempo e multidisciplinariedade necessária.⁷

Os riscos da exposição do trabalhador às externalidades da produção envolvendo nanotecnologia têm sido objeto de sérias pesquisas na Europa já há alguns anos – por exemplo, o relatório da Royal Society and Academy of Engineering, *Nanoscience and nanotechnologies: opportunities and uncertainties* (2004), em que se elencam as seguintes possibilidades de contaminação nas etapas de produção, transporte, armazenamento, tratamento de resíduos. Ademais, ao adentrar de forma difusa no meio ambiente natural, as nanopartículas residuais poderiam contaminar as águas, ser transportadas pelas correntes de ar, instalar-se nos alimentos, afetando o trabalhador não apenas no ambiente de trabalho, mas também em sua dimensão de consumidor.⁸

O diminuto tamanho e a elevada energia superficial seriam as principais características das nanopartículas, o que faria com que, ao serem dispersas no ambiente, se tornem muito facilmente absorvido pelos organismos do ser humano.⁹ Estudos têm sido feitos em relação aos efeitos dos resíduos da produção envolvendo nanotecnologias nos diversos sistemas funcionais orgânicos humanos. Já se confirmou, por exemplo, a presença de nanopartículas na pele, trato respiratório, sistema digestivo, nervoso, linfático, excretor, na circulação sanguínea, no leite materno, músculos e placenta.¹⁰ Os principais meios de exposição citados no seu estudo foram o consumo de água e alimentos, o acúmulo de nanorresíduos em roupas usadas e os sistemas de *drug delivery*.

Com a contaminação do organismo pelas nanopartículas, várias reações complexas e interações biológicas, físicas e químicas podem ocorrer – o que pode vir a desencadear processos de defesa celular muitas vezes específico (dependendo do tipo e da natureza da nanopartícula) e das células ou dos tecidos atingidos e seus mecanismos de defesa.¹¹ Em relação aos possíveis efeitos nocivos causados às células do trato respiratório (em especial pulmonar), já foram descritos mecanismos bioquímicos de oxidação celular, o que levaria à sua destruição (dependendo do tipo de nanomaterial, bem como das várias possíveis interações ambientais).¹² Já no sistema circulatório, as nanopartículas podem causar trombose e parada do sistema cardiovascular em razão da obliteração do fluxo sanguíneo

⁷ Silva, Guilherme Frederico Bernardo Lenz. **Nanotecnologia: avaliação e análise dos possíveis impactos à saúde ocupacional e segurança do trabalhador no manuseio, síntese e incorporação de nanomateriais em compósitos refratários de matriz cerâmica**. 2008, 73 f. Trabalho de Conclusão do Curso de Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, 2008. Disponível em: <<http://www.unisinos.br/biblioteca/images/stories/downloads/guia-biblioteca-2012-v2.pdf>>. Acesso em 30 set 2014, p. 14.

⁸ THE ROYAL SOCIETY; THE ROYAL ACADEMY OF ENGINEERING. *Nanoscience and nanotechnologies: opportunities and uncertainties*. Londres, jul. 2004. Disponível em: <<http://www.nanotec.org.uk/report/Nano%20report%202004%20fin.pdf>>. Acesso em 30 set 2014, p. xii.

⁹ Maynard, Andrew. **Nanotechnology and occupational health**, [S. l.], 2005. Disponível em: <http://epa.gov/ncer/nano/lectures/maynard_06_13_05_presentation.pdf>. Acesso em 30 set 2014. Palestra publicada no site da EPA, no hyperlink Nanotechnology: Lectures.

¹⁰ Oberdorster, Gunter; Oberdorster, Eva; Oberdorster, Jan; *Nanotechnology: An Emerging discipline evolving from studies of ultrafine particles*, **Environmental Health Perspectives**, Washington DC, v. 113, n. 7, p. 823-839, jul. 2005, p. 836-838.

¹¹ UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Nanotechnology white paper**, Washington DC, fev. 2007. Disponível em: <<http://epa.gov/ncer/nano/publications/whitepaper12022005.pdf>>. Acesso em 30 set 2014, p. 54.

¹² Nel, Andre; Xia, Tian; Madler, Lutz; Li, Ning. Toxic potential of materials at the nanolevel. **Science**, Washington DC, v. 311, n. 5761, p. 622-627, 03 fev. 2006.

nas veias e artérias.¹³ A resposta cardiopulmonar à exposição às nanopartículas varia de acordo com as características do indivíduo exposto (idade, situação socioeconômica, configuração genética, doenças pré-existentes),¹⁴ mas podem ser resumidos nas seguintes possibilidades: geração de espécies de oxigênio reativo, estresse oxidativo, perturbação mitocondrial, inflamação, absorção através do sistema retículo-endotelial, desnaturação e degradação de proteínas, absorção nuclear (celular), absorção pelo tecido nervoso (neurônios), perturbação na função de fagocitose, disfunção endotelial, efeitos na coagulação sanguínea, geração de neoantígenos, ruptura na tolerância imune, alteração no ciclo de regulação celular, danos ao DNA (inclusive alguns relacionados ao câncer).

Aliás, tais possibilidades de danos à saúde humana se intensificam no ambiente de trabalho, em razão da exposição notoriamente mais recorrente do trabalhador aos resíduos da produção. Os nanomateriais mais comuns encontrados em produtos postos à venda no mercado mundial são compostos à base de prata, de carbono, de titânio, de silício e de zinco – mas as propriedades de tais materiais em nanoescala diferem em muito daquelas que apresentam quando tais substâncias se encontram em partículas maiores:¹⁵ a superfície de contato das nanopartículas em relação à sua massa é muito maior, o que as torna muito mais reativas; as propriedades ópticas, magnéticas e elétricas são muito diferentes daquelas quando estão na “forma convencional”; sua capacidade de se integrar no sistema biológico, alterar o metabolismo celular e se evadir dos mecanismos do sistema imunológico dos seres vivos também já são retratadas na ciência.

Paralelamente a este grande risco, contudo, observa-se grande variedade de produtos postos em circulação e consumo contendo nanotecnologia. O *Project on Emerging Nanotechnologies*¹⁶ já lista cerca de 1.317 produtos no seu rol *online* desenvolvido para tal, produzidos por 587 empresas, localizadas em cerca de 30 países – tendo havido, entre os anos de 2006 e 2009, um aumento de cerca de 379% neste número.¹⁷ A maior das categorias listadas se refere a produtos do ramo de saúde e *fitness* (738 produtos), seguida pela categoria “casa e jardim” (209 produtos), “automotivos” (126 produtos), alimentos e bebidas (105 produtos), *cross cutting* (82 produtos), eletrônicos e computadores (59 produtos), *appliances* (44 produtos), produtos para crianças (30 produtos).¹⁸ São ilustrativos os produtos cosméticos, aparelhos sem fio, produtos de limpeza automotivo sem o uso de água, dentífricos, embarcações recreacionais, cordas de violão, bolas de golfe, raquetes de tênis, chips de com-

¹³ Silva, Guilherme Frederico Bernardo Lenz. **Nanotecnologia: avaliação e análise dos possíveis impactos à saúde ocupacional e segurança do trabalhador no manuseio, síntese e incorporação de nanomateriais em compósitos refratários de matriz cerâmica**. 2008, 73 f. Trabalho de Conclusão do Curso de Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, 2008. Disponível em: <<http://www.unisinos.br/biblioteca/images/stories/downloads/guia-biblioteca-2012-v2.pdf>>. Acesso em 30 set 2014, p. 29.

¹⁴ Donaldson, Ken; Borm, Paul. **Particle toxicology**. Boca Raton: CRC Press, 2007, p. 59-69.

¹⁵ Fiorino, Daniel J. Voluntary initiatives, regulation, and nanotechnologies oversight: charting a path. **Project for Emerging Nanotechnologies**, n. 19, nov. 2010. Disponível em: <<http://www.nanotechproject.org/process/assets/files/8347/pen-19.pdf>>. Acesso em 30 set 2014, p. 11 e ss.

¹⁶ NANOTECHNOLOGY Consumer Products Inventory. [S. l, S. d.]. Disponível em <<http://www.nanotechproject.org/inventories/consumer/>>. Acesso em 30 set 2014. Matéria divulgada no site Project on Emerging Nanotechnologies, no hiperlink Inventories.

¹⁷ Fiorino, 2010, op. cit., p. 12.

¹⁸ NANOTECHNOLOGY Consumer Products Inventory: Analysis. [S. l, S. d.]. Disponível em <http://www.nanotechproject.org/inventories/consumer/analysis_draft/>. Acesso em 30 set 2014. Matéria divulgada no site Project on Emerging Nanotechnologies, no hiperlink Inventories: Analysis.

putador, embalagens plásticas, chás e isolamentos de construção civil: a presença de nanomateriais em chips semicondutores não apresenta o mesmo risco que seu uso em alimentos.¹⁹

O risco decorrente das decisões tomadas em sociedade permeia todos os setores. Em especial, nota-se este dado na crescente colocação em circulação e consumo de produtos e serviços nanodesenvolvidos, sem que haja o respeito a normas específicas para regulá-los. Urge, assim, a necessidade de normatização dessa produção, com o estabelecimento de padrões normativos minimamente eficientes, dotado de fundamentações capazes de fornecer parâmetros mínimos para que a colocação de produtos desse tipo, no mercado, seja razoavelmente segura numa sociedade de crescente complexidade. Deve-se, assim, pressupor um sistema normativo também mais complexo.

Uma lei estatal dispondo acerca de condutas precavidas já vigora na França, o Decreto n. 2012-232 de 17 de fevereiro de 2012 (relativo à declaração anual das substâncias no estado de nanopartículas em aplicação do artigo L523-4 do Código Ambiental francês),²⁰ que instituiu a obrigatoriedade da notificação, mediante relatório, ao Ministério da Ecologia, Desenvolvimento Sustentável e da Energia, da parte de todos aqueles que utilizam/trabalham em contato com nanopartículas.²¹ Esta nova disposição é aplicável aos produtores, importadores, distribuidores, e a todos os utilizadores (mesmo os laboratórios públicos ou privados de pesquisa) de produtos/processos produtivos contendo nanopartículas. A declaração de tais informações ao governo francês deverá incluir a identidade das substâncias, sua quantidade e possíveis usos, a identidade dos seus utilizadores profissionais, e informações sobre os perigos das substâncias e as exposições que estão propensas a ocorrer.

Há poucos instrumentos normativos em vigor, atualmente, no Brasil, que versam, de alguma forma, sobre nanotecnologias (para além de algumas normas técnicas da ABNT versando sobre as medidas, o significado dos termos ligados à nanotecnologias e outras adjacências) – por exemplo, o Decreto n. 6.112/2007, o qual promulga o Acordo de Cooperação Científica e Tecnológica entre o Governo da República Federativa do Brasil e a Comunidade Europeia, celebrado em Brasília, em 19 de janeiro de 2004 (o “Artigo IV” do referido Pacto estabelece que uma das áreas das atividades de cooperação entre as Partes seriam as micro e nanotecnologias);²² a Convenção Coletiva de Trabalho FETQUIM-CUT, modificado pelo “Termo Aditivo” de 2012/2013, cuja “Cláusula Oitava” institui que “a CIPA, o SESMT e os trabalhadores terão ainda acesso a informações sobre riscos existentes à sua saúde e as medidas de proteção a adotar”;²³ e a Portaria nº 245, de 5 de abril de 2012 do Ministério-

¹⁹ Fiorino, 2010, p. 12.

²⁰ FRANÇA. **Décret n° 2012-232 du 17 février 2012**. Relatif à la déclaration annuelle des substances à l'état nanoparticulaire pris en application de l'article L. 523-4 du code de l'environnement. Disponível em: <<http://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000025377246&categorieLien=id>>. Acesso em 30 set 2014.

²¹ NOVIDADES: Regulação da nanotecnologia. [S. l., 2012?] Disponível em: <http://www.lqes.iqm.unicamp.br/canal_cientifico/lqes_news/lqes_news_cit/lqes_news_2012/lqes_news_novidades_1630.html>. Acesso em 30 set 2014. Informação postada no site LQUES News, no hiperlink Novidades.

²² BRASIL. **Decreto n. 6.112, de 12 de maio de 2007**. Promulga o Acordo de Cooperação Científica e Tecnológica entre o Governo da República Federativa do Brasil e a Comunidade Europeia, celebrado em Brasília, em 19 de janeiro de 2004. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2007/Decreto/D6112.htm>. Acesso em 30 set 2014.

²³ FEDERAÇÃO DOS TRABALHADORES DO RAMO QUÍMICOS DA CUT DO ESTADO DE SÃO PAULO (FETQUIM-CUT). **Termo Aditivo à Convenção Coletiva de Trabalho FETQUIM-CUT 2012/2013, de 19 de abril de 2012**. Setor Farmacêutico. Disponível em: <http://www.sindusfarma.org.br/informativos/Aditivo_ABCD_2012_2013.pdf>. Acesso em 30 set 2014.

rio da Ciência, Tecnologia e Inovação,²⁴ que institui o Sistema Nacional de Laboratórios em Nanotecnologias (SisNANO), sendo a integração ao SISNano regulamentada pela Instrução Normativa nº 2, de 15 de junho de 2012, do mesmo Ministério.²⁵

Apesar destas experiências, contudo, ainda não está vigorando, no Brasil, uma legislação propriamente dita regulando o desenvolvimento (e o risco) nanotecnológico. Mas já se encontra em trâmite o Projeto de Lei da Câmara nº 5.133/2013, cujo escopo é intentar uma regulamentação da rotulagem de produtos contendo nanotecnologia. Este Projeto ainda não foi apreciado por qualquer Comissão da Câmara dos Deputados, dado o caráter extremamente recente de sua proposição.²⁶

3. Risco nanotecnológico e regulação jurídica: o princípio da precaução como alternativa

O fato de que um determinado processo técnico possa ser menos arriscado que outro (em razão do tipo de técnica que emprega, por exemplo) não é justificável com o apelo à natureza: esta mesma pode ter, no curso da sua evolução, ocasionado (e repetido) modificações em seus processos da mesma maneira que a técnica o faz – respeitando-se, obviamente, que neste segundo caso o homem conduz a alteração do processo (e a forma como o aproveita) da maneira como melhor lhe aprouver. Assim, é necessário separar a discussão sobre os riscos tecnológicos da distinção natureza-tecnologia, ao passo que se busca outro conceito de técnica, pois as externalidades que as altas tecnologias são capazes de ocasionar ultrapassam as raias da possibilidade de uma esquematização que não cuide daquilo que é exterior, eis que engendram consequências das mais variadas ordens:²⁷

a) *caóticas*: verificáveis quando pequenas interferências (ou pequenas falhas em interferências) resultam em grandes consequências;

b) *complexas*: quando a combinação ocasional de um conjunto de técnicas relativamente simples resulta em decorrências mais danosas do que a simples soma dos efeitos isolados de cada uma delas;

c) *Decorrentes da falta de precaução*: ou seja, quando resultam utilização massiva de técnicas novas insuficientemente submetidas a provas de interferência com as causalidades já existentes (ou introduzidas há pouco) . Em relação a tais consequências, tem-se que o custo demasiadamente alto de prova faz com que tais efeitos sejam previsíveis ou imprevisíveis. Ademais, destaque-se que para este último tipo haveria certa possibilidade de aprendizagem do sistema, descobertas com a própria utilização da técnica, o que torna o risco redutível ou até mesmo eliminável.

É algo característico das altas tecnologias que os riscos já possam ser minimamente avaliáveis no momento da tomada de decisões sobre seu uso (mesmo que não sejam definíveis o momento e o modo de ocorrência de danos em tal momento) e que técnicas especialmente desenvolvidas para evi-

²⁴ BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. Gabinete do Ministro. **Portaria nº 245, de 5 de abril de 2012**. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, ano 149, nº 68, seção 1, p. 5, 09 abr 2012.

²⁵ Id. **Instrução Normativa nº 2, de 15 de junho de 2012**. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, ano 149, nº 123, seção 1, p. 4, 27 jun 2012.

²⁶ Sarney Filho, José. **Projeto de Lei da Câmara n. 5.133, de 2013**. Regulamenta a rotulagem de produtos da nanotecnologia e de produtos que fazem uso da nanotecnologia. Disponível em: <http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra?codteor=1064788&filename=PL+5133/2013>. Acesso em 30 set 2014.

²⁷ Luhmann, Niklas. **Sociología del Riesgo**. Tradução para o espanhol de Javier Torres Nafarrate. Cidade do México: Universidad Iberoamericana; Triana, 1998, p. 134.

tar possíveis danos sejam desenvolvidas. Os problemas da técnica se manifestam nas tentativas de resolução de problemas técnicos os problemas da técnica. Assim, a própria forma da técnica se converte em problema quando estabelece limites entre causalidades inclusivas e causalidades exclusivas (reais).

As altas tecnologias – tais como as nanotecnologias – necessitam consideravelmente da presença de tecnologias adicionais caracterizadas por duas propriedades raras:²⁸

a) devem ser capazes de funcionar ainda que haja uma interrupção no fornecimento de recursos, ou inclusive quando, por erro, são postos fora de serviço;

b) devem ser realmente colocáveis em operação (quando projetadas para o caso de perturbações). Com o desenvolvimento de um “sistema técnico paraquedas” a alta tecnologia pode conservar sua forma simplificada de “isolamento” do ambiente.

Estas considerações de ordem teórica demonstram que a própria técnica contém em si um risco, pelo simples fato de ser diferente da natureza (risco este que se acumula quando convertido em objeto de procedimentos técnicos), e que a pretensão de se proteger com uma técnica contra os riscos inerentes a outra técnica é evidentemente limitada, sendo insuficiente a descrição da autoaplicação da técnica como um simples esquema de fins e meios (ou com a definição comum de técnica como arranjo artificial que recorre a aparatos para a consecução de fins não-técnicos).²⁹

Trabalhos atuais acerca da regulação da manipulação nanotecnológica têm apontado o princípio da precaução como sendo ocupante de posição de destaque dentre aqueles considerados como importantes.³⁰ Teria se originado, segundo alguns, do *Vorsorgeprinzip*, reconhecido no ordenamento jurídico da antiga República Federal da Alemanha como corolário da adoção de medidas contra a contaminação ambiental;³¹ segundo outros, das decisões judiciais dos Estados Unidos da América em matéria de saúde, segurança e meio ambiente;³² para outros, ainda, da Lei de Proteção Ambiental da Suécia de 1969.³³ Poderia o referido princípio ser conceituado da seguinte maneira:

Medida de política pública a ser aplicada quando existirem riscos potenciais sérios ou irreversíveis para a saúde ou para o meio ambiente, bem como antes que tais riscos se transformem em perigos comprovados. Esta política supõe, entre outras coisas, mecanismos de pesquisa e monitoramento, a fim de que os perigos possam ser detectados com antecedência. [...] Desta forma, o Princípio da Precaução inclui um fundamento científico (não há perigo) e um fundamento político e de sentido comum (certeza razoável).³⁴

²⁸ Luhmann, Niklas. **Sociología del Riesgo**. Tradução para o espanhol de Javier Torres Nafarrate. Cidade do México: Universidad Iberoamericana; Triana, 1998, p. 137.

²⁹ Luhmann, Niklas. **Sociología del Riesgo**. Tradução para o espanhol de Javier Torres Nafarrate. Cidade do México: Universidad Iberoamericana; Triana, 1998, p. 139.

³⁰ Engelmann, Wilson; Flores, André Stringhi; WEYERMÜLLER, André Rafael. **Nanotecnologias, Marcos Regulatórios e Direito Ambiental**. Curitiba: Honoris Causa, 2010, p. 123-135.

³¹ Escalante, José Manuel de Cózar. Principio de precaución y medio ambiente. **Revista Española de Salud Pública**, [S. l.] vol. 79, n. 2, mar.-abr. 2005, p. 134.

³² Ashford, N. A. Implementing a Precautionary Approach in Decisions Affecting Health, Safety, and the Environment: Risk, Technology Alternatives, and Tradeoff-Analysis. In: FREYTAG, E., et al. (ed). **The Role of Precaution in Chemicals Policy**. Viena: Diplomatische Akademie, 2002, p. 128.

³³ Sandin, Per. Dimensions of the precautionary principle. **Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal**, v.5, n. 5, p. 889-907, ago. 1999, p. 889.

³⁴ Foladori, Guillermo; Invernizzi, Noela. **Os trabalhadores da alimentação e da agricultura questionam as nanotecnologias**. São Paulo, 2007. Disponível em: <http://www.fundacentro.gov.br/dominios/NANO/anexos/Informativos/livreto_uita.pdf>. Acesso em 30 set 2014, p. 5.

É considerado pela doutrina de Direito Ambiental como sendo “o fundante e primário da proteção dos interesses das futuras gerações”, o qual torna imperativo adotar “medidas preventivas e justifica a aplicação de outros princípios, como o da responsabilização e da utilização das melhores tecnologias disponíveis”.³⁵ É princípio que se ocupa, assim, de situações relacionadas aos riscos em que ainda inexiste certeza científica. Ao seu lado, encontra-se o princípio da prevenção, sendo que a combinação de ambos serve para tutelar preventivamente as consequências do desconhecido e do provável. Enquanto “a prevenção visa riscos conhecidos”, a precaução, por sua vez, permeia “as atitudes tomadas pelos cidadãos em um mundo recheado de dúvidas, trazendo os saberes à prova, e, em um mundo precavido, há de se indagar sempre se existe relativo grau de perigo nas consequências da ação a ser iniciada”.³⁶ O princípio da precaução “se apresenta como um direito fundamental a partir do momento em que determinada pesquisa ou atividade gera riscos desconhecidos à manutenção da vida digna, segura e saudável do ser humano”.³⁷

O referido princípio foi reconhecido, na ordem jurídica internacional, a partir da Declaração do Rio de Janeiro sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, principalmente no que dispõe seu “Princípio nº 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 como razão para postergar medidas eficazes e economicamente viáveis para prevenir a degradação ambiental.³⁸

Na ordem constitucional brasileira, encontra-se o princípio da precaução na interpretação dos sete incisos do parágrafo primeiro do artigo 225 da Constituição Federal de 1988³⁹ – sendo visualizável, principalmente, no que concerne à previsão de imposição de controle de atividades que possam vir a pôr em risco o meio ambiente por serem de impacto ainda desconhecido para a ciência.

Qual a relevância de se tratar do princípio da precaução no que tange ao desenvolvimento nanotecnológico? A resposta à questão se consubstancia por dois fatos: a) primeiramente, tem-se que, conforme se observou antes, as nanotecnologias apresentam grandes possibilidades benéficas para o ser humano e para o ambiente, mas também ainda não se conhece o suficiente acerca do comportamento das nanopartículas para se estabelecer níveis toleráveis para sua liberação; b) ainda não está vigorando, no Brasil, uma lei propriamente dita regulando o desenvolvimento (e o risco) nanotecnológico. Contudo, tramita no Legislativo brasileiro o Projeto de Lei da Câmara nº 5.133/2013,⁴⁰ cujo escopo é intentar uma regulamentação da rotulagem de produtos contendo nanotecnologia. Este

³⁵ Canotilho, José Joaquim Gomes; Morato Leite, José Rubens. **Direito Constitucional Ambiental Brasileiro**. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2008, p. 6-9.

³⁶ Catalan, Marcos Jorge. **Proteção constitucional do meio ambiente e seus mecanismos de tutela**. 1. ed. São Paulo: Método, 2008, p. 65-66.

³⁷ Engelmann, Wilson. Flores, André Stringhi. Weyermüller, André Rafael. **Nanotecnologias, marcos regulatórios Direito Ambiental**. Curitiba: Honoris Causa, 2010, p. 130.

³⁸ ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS – ONU. **Declaração do Rio de Janeiro sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento**. [S. l., S. d.]. Disponível em: <<http://www.onu.org.br/rio20/img/2012/01/rio92.pdf>>. Acesso em 30 set 2014.

³⁹ BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicaocompilado.htm>. Acesso em 30 set 2014.

⁴⁰ Sarney Filho, José. **Projeto de Lei da Câmara n. 5.133, de 2013**. Regulamenta a rotulagem de produtos da nanotecnologia e de produtos que fazem uso da nanotecnologia. Disponível em: <http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra?codteor=1064788&filename=PL+5133/2013>. Acesso em 30 set 2014.

Projeto ainda não foi apreciado por qualquer Comissão da Câmara dos Deputados, dado o caráter extremamente recente de sua proposição. Diante desta situação, não se pode negar a importância do referido princípio para decisões relacionadas à responsabilização civil daqueles que possam vir a causar danos ao meio ambiente e à coletividade.

Aliás, numa perspectiva dialogal realizável entre o Código Civil, a Lei da Política Nacional do Meio Ambiente, a Constituição Federal de 1988 (no que tange ao princípio da precaução, principalmente) e o Código de Defesa do Consumidor, observa-se que uma resposta bastante plausível para a identificação da responsabilidade, mensuração dos parâmetros para a sanção e estabelecimento de condutas precavidas no trato para com o risco nanotecnológico é bastante saliente, eis que:

a) o Código Civil de 2002, em seu artigo 931, estabelece que “ressalvados outros casos previstos em lei especial, os empresários individuais e as empresas respondem independentemente de culpa pelos danos causados pelos produtos postos em circulação”;⁴¹

b) a Lei da Política Nacional do Meio Ambiente expressa no seu artigo 14 que “o não cumprimento das medidas necessárias à preservação ou correção dos inconvenientes e danos causados pela degradação da qualidade ambiental sujeitará os transgressores”, sem que haja “prejuízo das penalidades definidas pela legislação federal, estadual e municipal” a vários tipos de sanção (multas, perda/restrição de incentivos e benefícios fiscais, perda/suspensão de participação em linhas de financiamento concedidas por estabelecimentos de crédito oficiais, ou ainda, suspensão das atividades da empresa danosa) – sendo a responsabilização também é considerada independente de culpa;⁴²

c) o Código de defesa do Consumidor, em diversos artigos (principalmente aqueles do seus Capítulos I e IV) estabelece a responsabilização independente de culpa, a inversão do ônus da prova em favor do consumidor (hipossuficiente, ou que apresente verossimilhança em suas alegações).⁴³

Uma perspectiva dialogal – relacionada aos *sentidos normativos* emanados de cada uma das fontes apresentadas (e não da exegese, da mera aplicação literal)⁴⁴ – pode se apresentar como detentora de um potencial regulatório muito mais próximo das necessidades da complexidade do que o mero estabelecimento de uma legislação pretensamente abarcadora de todas as necessidades regulatórias de matérias tão intrincadas quanto as nanotecnologias, por exemplo. Não se pode, contudo, deixar de considerar a possibilidade de se incorrer, mediante o raciocínio relacionado ao princípio da precaução, em dogmatismos lineares: apenas na situação concreta relacionada à ocorrência de dano (por via de verificação “científica”) que se buscará o responsável.

Observa-se, assim, a importância do princípio da precaução para decisões jurídicas relacionadas à regulação do risco nanotecnológico. Sua presença nos textos legais observados para a construção de decisões deve ser levada em consideração como importante elemento, como fundamento de regras que sejam evocadas para decisões relacionadas ao risco nanotecnológico. Cabe agora investigar os modos pelos quais tal princípio tem sido aplicado pelos Tribunais superiores no Brasil.

⁴¹ BRASIL. **Lei nº 10.406, de 10 de janeiro de 2002**. Institui o Código Civil. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2002/L10406compilada.htm>. Acesso em 30 set 2014.

⁴² BRASIL. **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm>. Acesso em 30 set 2014.

⁴³ BRASIL. **Lei nº 8.078, de 11 de setembro de 1990**. Dispõe sobre a proteção do consumidor e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8078.htm>. Acesso em 30 set 2014.

⁴⁴ Engelmann, Wilson. O diálogo entre as fontes do Direito e a gestão do risco empresarial gerado pelas nanotecnologias: construindo as bases à juridicização do risco. **Constituição, Sistemas Sociais e Hermenêutica**: Programa de Pós-Graduação em Direito da Unisinos: mestrado e doutorado, Porto Alegre; São Leopoldo, p. 319-344, 2012.

4. O princípio da precaução na prática das Cortes superiores no Brasil

Interessante observar, na jurisprudência do Superior Tribunal de Justiça brasileiro, as ocorrências nas quais o princípio da precaução é utilizado como *ratio decidendi* em relação a empreendimentos (e questões assemelhadas). Ainda não se tem, em razão da novidade da matéria, julgados relacionados ao risco nanotecnológico em tal instância; contudo, várias são as situações em que o referido princípio fundamenta decisões relacionadas a dano ambiental.

Destaca-se, primeiramente, o uso do referido princípio como argumento ensejador do efeito de inversão do ônus da prova em relação ao empreendedor – ou seja: quem deve comprovar que a atividade não será potencial causadora de danos é aquele que requer o licenciamento ambiental para seu empreendimento, ou que, no curso de um processo cível relacionado a dano ambiental, deve comprovar que sua atividade não fora a causadora de dano (REsp 1330027/SP,⁴⁵ REsp 883.656/RS,⁴⁶ REsp 1.060.753/SP,⁴⁷ REsp 972.902/RS,⁴⁸ AgRg no AREsp 206.748/SP,⁴⁹ AgRg no REsp 1192569/RJ,⁵⁰ REsp 883.656/RS).⁵¹

⁴⁵ BRASIL. Superior Tribunal de Justiça. **Recurso Especial nº 1330027/SP**. Recorrente: Adauto Aparecido Garcia e outros. Recorrido: Companhia Energética de São Paulo (CESP). Relator: Ministro Ricardo Villas Bôas Cueva. Brasília, DF, 09 de novembro de 2011. Disponível em: <https://ww2.stj.jus.br/revistaelectronica/Abre_Documento.asp?sSeq=1192244&sReg=201200487660&sData=20121109&formato=PDF>. Acesso em 30 set 2014.

⁴⁶ BRASIL. Superior Tribunal de Justiça. **Recurso Especial nº 883.656/RS**. Recorrente: Alberto Pasqualini REFAP S/A. Recorrido: Ministério Público do Estado do Rio Grande do Sul. Relator: Ministro Herman Benjamin. Brasília, DF, 28 de fevereiro de 2012. Disponível em: <https://ww2.stj.jus.br/revistaelectronica/Abre_Documento.asp?sSeq=895689&sReg=200601451399&sData=20120228&formato=PDF>. Acesso em 30 set 2014.

⁴⁷ BRASIL. Superior Tribunal de Justiça. **Recurso Especial nº 1.060.753/SP**. Recorrente: Rodrimar S/A Transportes e Equipamentos Industriais e Armazéns Gerais. Recorrido: Fazenda do Estado de São Paulo. Relatora: Ministra Eliana Calmon. Brasília/DF, 1º de dezembro de 2009. Disponível em: <https://ww2.stj.jus.br/revistaelectronica/Abre_Documento.asp?sSeq=933448&sReg=200801130826&sData=20091214&formato=PDF>. Acesso em 30 set 2014.

⁴⁸ BRASIL. Superior Tribunal de Justiça. **Recurso Especial nº 972.902/RS**. Recorrente: Ministério Público do Estado do Rio Grande do Sul. Recorridos: Amapá do Sul S/A. Artefatos da Borracha. Relatora: Ministra Eliana Calmon. Brasília, DF, 14 de setembro de 2009. Disponível em: <https://ww2.stj.jus.br/revistaelectronica/Abre_Documento.asp?sSeq=903149&sReg=200701758820&sData=20090914&formato=PDF>. Acesso em 30 set 2014.

⁴⁹ BRASIL. Superior Tribunal de Justiça. **Agravo Regimental no Agravo em Recurso Especial nº 206.748/SP**. Agravante: Vicente da Silva Rodrigues e outros. Agravado: Companhia Energética de São Paulo (CESP). Relator: Ministro Ricardo Villas Bôas Cueva. Brasília, DF, 27 de fevereiro de 2013. Disponível em: <https://ww2.stj.jus.br/revistaelectronica/Abre_Documento.asp?sSeq=1211048&sReg=201201507675&sData=20130227&formato=PDF>. Acesso em 30 set 2014.

⁵⁰ BRASIL. Superior Tribunal de Justiça. **Agravo Regimental no Recurso Especial nº 1192569/RJ**. Agravante: Petróleo Brasileiro S/A (PETROBRAS). Agravado: Ministério Público Federal. Relator: Ministro Humberto Martins. Brasília, DF, 27 de outubro de 2010. Disponível em: <https://ww2.stj.jus.br/revistaelectronica/Abre_Documento.asp?sSeq=1013266&sReg=201000801660&sData=20101027&formato=PDF>. Acesso em 30 set 2014.

⁵¹ BRASIL. Superior Tribunal de Justiça. **Recurso Especial nº 883.656/RS**. Recorrente: Rodrimar S/A Transportes, Equipamentos Industriais e Armazéns Gerais. Recorrido: Fazenda do Estado de São Paulo. Relatora: Ministra Eliana Calmon. Brasília, DF, 14 de dezembro de 2009. Disponível em:

É também vislumbrável nos julgados da instância superior que, ao pairarem dúvidas acerca da segurança para o meio ambiente, eventuais licenciamentos e permissões devem ser sustados até que estudos prévios de impacto ambiental sejam realizados. Revela-se aí, dessa forma, uma preocupação para com o conhecimento técnico-científico relacionado à atividade (REsp 1163939/RS,⁵² AgRg no Ag 1320906/MG,⁵³ AgRg na SLS 1.279/PR).⁵⁴

Ademais, o STJ tem entendido que o eventual desconhecimento científico relacionado aos impactos decorrentes da exploração do meio ambiente não pode ser argumento que justifique a não adoção de medidas eficazes de proteção ao meio ambiente (REsp 1285463/SP,⁵⁵ REsp 965.078/SP).⁵⁶ Isto revela que a importância da interface entre Direito e ciência é cada vez mais cara à práxis judicial brasileira.

Entende a referida Corte também que, ao ser avaliada a responsabilidade pelo risco da atividade empresarial, os princípios da prevenção, da precaução e da reparação do dano devem ser considerados em cada caso concreto (REsp 1090968/SP;⁵⁷ REsp 745.363/PR)⁵⁸ – não sendo possível

<https://ww2.stj.jus.br/revistaelectronica/Abre_Documento.asp?sSeq=933448&sReg=200801130826&sData=20091214&formato=PDF>. Acesso em 30 set 2014.

⁵² BRASIL. Superior Tribunal de Justiça. **Recurso Especial nº 1163939/RS**. Recorrente: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). Recorrido: Ministério Público Federal. Relator: Mauro Campbell Marques. Brasília, DF, 08 de fevereiro de 2011. Disponível em: <https://ww2.stj.jus.br/revistaelectronica/Abre_Documento.asp?sSeq=1027456&sReg=200902083147&sData=20110208&formato=PDF>. Acesso em 30 set 2014.

⁵³ BRASIL. Superior Tribunal de Justiça. **Agravo Regimental no Agravo de Instrumento nº 1320906/MG**. Agravante: Sistema de Gerenciamento de Resíduos (SGR) S/A. Agravado: Associação Ambientalista Naturae Vox (AANVOX). Relator: Ministro Herman Benjamin. Brasília, DF, 04 de fevereiro de 2011. Disponível em: <https://ww2.stj.jus.br/revistaelectronica/Abre_Documento.asp?sSeq=1020791&sReg=201001105716&sData=20110204&formato=PDF>. Acesso em 30 set 2014.

⁵⁴ BRASIL. Superior Tribunal de Justiça. **Agravo Regimental na Suspensão de Liminar e Sentença nº 1.279/PR**. Agravante: Ponta Grossa Ambiental Ltda. Agravado: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). Relator: Ministro Ari Pargendler. Brasília, DF, 06 de maio de 2011. Disponível em: <https://ww2.stj.jus.br/revistaelectronica/Abre_Documento.asp?sSeq=1044442&sReg=201001399540&sData=20110506&formato=PDF>. Acesso em 30 set 2014.

⁵⁵ BRASIL. Superior Tribunal de Justiça. **Recurso Especial nº 1285463/SP**. Recorrente: Ministério Público do Estado de São Paulo. Recorridos: Associação dos Plantadores de Cana da Região de Jaú, Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB), Fazenda do Estado de São Paulo. Relator: Ministro Humberto Martins. Brasília, DF, 06 de março de 2012. Disponível em: <https://ww2.stj.jus.br/revistaelectronica/Abre_Documento.asp?sSeq=1124088&sReg=201101904332&sData=20120306&formato=PDF>. Acesso em 30 set 2014.

⁵⁶ BRASIL. Superior Tribunal de Justiça. **Recurso Especial nº 965.078/SP**. Recorrente: Ministério Público do Estado de São Paulo. Recorrido: Neide Motta Ayusso. Relator: Ministro Herman Benjamin. Brasília, DF, 27 de abril de 2011. Disponível em: <https://ww2.stj.jus.br/revistaelectronica/Abre_Documento.asp?sSeq=905814&sReg=200602636243&sData=20110427&formato=PDF>. Acesso em 30 set 2014.

⁵⁷ BRASIL. Superior Tribunal de Justiça. **Recurso Especial nº 1090968/SP**. Recorrente: Oswaldo Ribeiro de Mendonça Administração e Participações Ltda. Recorrido: Ministério Público do Estado de São Paulo. Relator: Ministro Luiz Fux. Brasília, DF, 03 de agosto de 2010. Disponível em: <https://ww2.stj.jus.br/revistaelectronica/Abre_Documento.asp?sSeq=963826&sReg=200802073110&sData=20100803&formato=PDF>. Acesso em 30 set 2014.

⁵⁸ BRASIL. Superior Tribunal de Justiça. **Recurso Especial nº 745.363/PR**. Recorrente: Oswaldo Alfredo Cintra. Recorrido: ADEAM - Associação Brasileira de Defesa Ambiental. Relator: Ministro Luiz Fux. Brasília, DF, 18 de outubro de 2007. Disponível em: EALR, V. 5, nº 2, p. 296-314, Jul-Dez, 2014 307

estabelecer uma maneira geral e abstrata (mediante legislação, por exemplo) daquilo que se possa entender por precaução em um “rol” de situações.

Entende-se, ainda, que o Poder Público (Federal, Estadual/Distrital, Municipal, a depender da competência legal no caso concreto) tem o poder de proibir, por exemplo, o cultivo, a produção e a comercialização de produtos enquanto os estudos técnico-científicos necessários para a comprovação da não nocividade ao meio ambiente não tenham sido concluídos (MS 16.074/DF,⁵⁹ REsp 975.397/RS)⁶⁰ – eis que haveria presunção de legitimidade do ato administrativo praticado pela autarquia (em especial, a federal) encarregada da proteção ambiental (AgRg na SLS 1.302/PE).⁶¹

Tem sido, também, considerado imperativo que realizadores de obras (principalmente aquelas de grande vulto) consultem o órgão ambiental público competente, bem como dirimam todas as dúvidas sobre a viabilidade ambiental do seu empreendimento, antes de iniciarem seus trabalhos (AgRg na SLS 1.564/MA;⁶² AgRg na SLS 1.524/MA)⁶³ – até porque, quando significativamente aventada a possibilidade de graves riscos ao meio ambiente, a continuidade do processo de construção não pode se dar (AgRg na SLS 1.323/CE).⁶⁴

<https://ww2.stj.jus.br/revistaeletronica/Abre_Documento.asp?sSeq=722697&csReg=200500691127&csData=20071018&formato=PDF>. Acesso em 30 set 2014.

⁵⁹ BRASIL. Superior Tribunal de Justiça. **Mandado de Segurança nº 16.074/DF**. Impetrante: BR Genética Ltda. Impetrado: Ministro de Estado da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Relator: Ministro Arnaldo Esteves Lima. Brasília, DF, 21 de junho de 2012. Disponível em: <https://ww2.stj.jus.br/revistaeletronica/Abre_Documento.asp?sSeq=1103897&csReg=201100123180&csData=20120621&formato=PDF>. Acesso em 30 set 2014.

⁶⁰ BRASIL. Superior Tribunal de Justiça. **Recurso Especial nº 975.397/RS**. Recorrentes: Aenda Associação Brasileira dos Defensivos Genéricos, Dow Agrosiences Industrial Ltda. Recorridos: Ministério Público Federal, Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Relatora: Ministra Denise Arruda. Brasília, DF, 1º de dezembro de 2009. Disponível em: <https://ww2.stj.jus.br/revistaeletronica/Abre_Documento.asp?sSeq=927912&csReg=200701917685&csData=20091201&formato=PDF>. Acesso em 30 set 2014.

⁶¹ BRASIL. Superior Tribunal de Justiça. **Agravo Regimental na Suspensão de Liminar e Sentença nº SLS 1.302/PE**. Agravante: Associação Noronha Terra de Desenvolvimento Agroecológico. Agravado: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBIO). Relator: Ministro Ari Pargendler. Brasília, DF, 11 de março de 2011. Disponível em: <https://ww2.stj.jus.br/revistaeletronica/Abre_Documento.asp?sSeq=1030580&csReg=201001799862&csData=20110311&formato=PDF>. Acesso em 30 set 2014.

⁶² BRASIL. Superior Tribunal de Justiça. **Agravo Regimental na Suspensão de Liminar e Sentença nº 1.564/MA**. Agravante: Estado do Maranhão. Agravado: Ministério Público Federal. Relator: Ministro Ari Pargendler. Brasília, DF, 06 de junho de 2012. Disponível em: <https://ww2.stj.jus.br/revistaeletronica/Abre_Documento.asp?sSeq=1147510&csReg=201200797957&csData=20120606&formato=PDF>. Acesso em 30 set 2014.

⁶³ BRASIL. Superior Tribunal de Justiça. **Agravo Regimental na Suspensão de Liminar e Sentença nº 1.524/MA**. Agravante: Município de São Luís. Agravado: Ministério Público do Estado do Maranhão. Relator: Ministro Ari Pargendler. Brasília, DF, 18 de maio de 2012. Disponível em: <https://ww2.stj.jus.br/revistaeletronica/Abre_Documento.asp?sSeq=1143245&csReg=201200290113&csData=20120518&formato=PDF>. Acesso em 30 set 2014.

⁶⁴ BRASIL. Superior Tribunal de Justiça. **Agravo Regimental na Suspensão de Liminar e Sentença nº SLS 1.323/CE**. Agravantes: Helder Ferreira Pereira Forte, Cameron Construtora Ltda. Agravado: Superintendência Estadual Do Meio Ambiente (SEMACE). Relator: Ministro Ari Pargendler. Brasília, DF, 02 de agosto de 2011. Disponível em: <https://ww2.stj.jus.br/revistaeletronica/Abre_Documento.asp?sSeq=1044433&csReg=201002162431&csData=20110802&formato=PDF>. Acesso em 30 set 2014.

Observa-se, assim, que, pelo menos até o atual momento, as Cortes em grau superior no Judiciário brasileiro⁶⁵ têm considerado a importância do princípio da precaução de maneira a salientar:

a) a necessidade de *comprovação do dano no caso concreto* – não sendo absolutas as regras que estabelecem padrões de conduta para o empresário, quando é demonstrável que, no caso concreto, mesmo em situações de respeito a tais regramentos, há dano ao ambiente;

b) a imperatividade da *inversão do ônus probatório* da não ocorrência de dano futuro por parte do empreendedor – ou seja, quem deve comprovar que, mesmo em situação de desconhecimento sobre a ocorrência futura de dano, o empreendedor deve comprovar que, pelo menos da forma que está a tratar do seu negócio potencialmente danoso, seus efeitos deletérios são controlados pelas suas práticas.

Assim, a adoção do princípio da precaução pelos Tribunais brasileiros representa um aspecto da *internalização de externalidades negativas* a ser considerada pelo empreendedor preocupado em ser cumpridor da lei, ao se interessar pela produção relacionada às nanotecnologias. Em outras palavras: a reflexividade da *ratio decidendi* relacionada à precaução faz com que deva ser considerado o investimento em estratégias técnico-científicas de precaução – investimento este que se traduz em elevado emprego de recursos em equipamentos, *experts*, experimentos (o que demanda, substancialmente, além de recursos financeiros, *tempo*).

Eventuais demandas futuras relacionadas à responsabilização civil que envolvam nanotecnologias, se decididas com base no princípio da precaução (e, obviamente, se a linha jurisprudencial não apresentar tendências em outros sentidos no decorrer do tempo), exigirão do empreendedor – tanto em matéria de Direito Ambiental quando em matéria consumerista – adequação econômica a uma regulação jurídica bastante rigorosa, portanto. Além do investimento em pesquisa e inovação para o desenvolvimento de produtos atrativos, grandes somas serão necessárias para não apenas tornar tais produtos seguros, mas também, para que seja possível *provar* que não são inseguros.

5. Risco nanotecnológico, medo e precaução: da construção de um “princípio anticatástrofe”

É observável a grande possibilidade que se abre ao ser analisado o princípio da precaução como potencial ensejador de um “medo”, atravancador do desenvolvimento.⁶⁶ Há quem tema os resultados ecológicos (e à saúde humana) do uso de nanotecnologias, mas não é capaz de vislumbrar seu potencial benéfico. Em outras palavras, os mais determinados a evitar riscos os aumentam mediante seus esforços em evitá-los. Analogamente, pode-se verificar este comportamento em sociedades inteiras, que clamam pela tomada de precauções para evitar riscos – e, o fazendo, acabam por aumentar a possibilidade de riscos. Nesta senda, o princípio da precaução, quando apelativo à regulação agressiva

⁶⁵ O Supremo Tribunal Federal apresentou, em pesquisa jurisprudencial, poucas ocorrências do princípio da precaução em matéria de dano ambiental. Todavia, se dão no mesmo sentido da jurisprudência do STJ, reconhecendo-se a importância do princípio quanto à imperatividade da conduta precavida por parte do Estado ao fixar padrões de qualidade ambiental. Paradigmática, neste sentido, é a decisão da Suprema Corte na ADPF n. 101, em que se reconheceu a “legitimidade e razoabilidade da atuação estatal preventiva, prudente e precavida, na adoção de políticas públicas que evitem causas do aumento de doenças graves ou contagiosas” (BRASIL. **Arguição de Descumprimento de Preceito Fundamenta n. 101**. Requerente: Presidente da República. Interessados: Presidente do Supremo Tribunal Federal e outros. Relatora: Ministra. Cármen Lúcia. Brasília, DF, 04/06/2012. Disponível em: <<http://redir.stf.jus.br/paginadorpub/paginador.jsp?docTP=AC&docID=629955>>. Acesso em 30 set 2014).

⁶⁶ Sunstein, Cass R. **Laws of fear: beyond the precautionary principle**. Cambridge: Cambridge University Press, 2005, p. 224.

de riscos, representa um incremento nos riscos – o que o relega à incoerência, simplesmente pelo fato de que a regulação exagerada criaria ainda mais riscos. As pessoas costumam, quando comunicadas sobre a possibilidade (muitas vezes, remota) de que um incidente particular possa vir a ocorrer (no sentido de ser vislumbrável prontamente em suas mentes), ficar mais preocupadas do que o necessário – o que as leva a tomar precauções desnecessárias.

Apesar disto, não pode o medo ser relegado à condição de fardo ou inutilidade: o medo pode ser considerado um mecanismo natural que aponta para a direção correta da decisão a ser tomada.⁶⁷ É por isto que é importante ser levado em consideração como fator indicativo de necessidade de ponderação. Agravando o problema da seletividade do medo está, portanto, a negligência da probabilidade real de risco – pois leva a dar importância a prioridades fora de lugar.⁶⁸ Mais grave ainda torna o problema a influência social, pois assim como discursos alarmantes sobre o medo o incrementa, alardes concernentes à temeridade (encarnada na atribuição de “fanatismo” ao comportamento daqueles que temem a ocorrência de determinados riscos) torna as pessoas ainda menos preocupadas sobre o medo (ainda que este se reporte à possibilidade realmente significativa da ocorrência de danos).

Educação e informação acerca de práticas e potencialidade de riscos, bem como a análise de custos e benefícios (e.g. analisar se o alto custo de regulação ocasionará muitos ou poucos ganhos), podem ser apontadas como estratégias importantes, porém não decisivas. Ademais, quando o medo emitido nas comunicações sociais é exagerado, tende-se a suprimir outros direitos das pessoas – e.g., a própria liberdade. É interessante pensar no vocábulo “liberdade” como sendo um alargamento nas liberdades reais das pessoas (mormente naquilo que concerne à sua qualidade de vida),⁶⁹ e não mero argumento moral embasado num pretense contrato social.

Nesta senda, pode-se questionar: traria o desenvolvimento nanotecnológico maior qualidade de vida às pessoas? Acredita-se que sim (ao menos, potencialmente), eis que, conforme já demonstrado alhures, boa parte dos recursos relacionados à pesquisa de nanotecnologia têm sido direcionadas para o desenvolvimento de processos e produtos que buscam conferir qualidade de vida às pessoas (e.g. próteses, tratamentos e medicamentos mais eficientes). Aliás, outras liberdades, tais como a possibilidade de energia mais segura e barata, por exemplo, também seriam afastadas. Excessivas precauções tomadas como decorrência de uma comunicação exagerada do medo, bem como medidas por demais frouxas, decorrentes de comunicações errôneas obliterando a real percepção dos potenciais riscos causados pelo trato inconsequente dos resíduos resultantes das nanotecnologias, são medidas que podem vir a tolher irresponsavelmente um cenário bem mais benéfico proporcionado pelo trato responsável para com a tecnologia.

É nesta senda que se tem apontado para a necessidade de se reprojeter (e adotar) o princípio da precaução como sendo um princípio anticatástrofe⁷⁰ para as políticas regulatórias de assuntos de alta potencialidade de risco. Tendo como propósito circunstâncias especiais nas quais não seja possível especificar probabilidades em tais situações (de extrema incerteza e dano potencialmente severo), este princípio seria adotado de modo bem menos amplo do que aquele.

⁶⁷ Sunstein, Cass R. **Laws of fear: beyond the precautionary principle**. Cambridge: Cambridge University Press, 2005, p. 226.

⁶⁸ Sunstein, Cass R. **Laws of fear: beyond the precautionary principle**. Cambridge: Cambridge University Press, 2005, p. 225.

⁶⁹ Sen, Amartya. **Development as freedom**. New York: Anchor, 2000, p. 13-35.

⁷⁰ Sunstein, Cass R. **Laws of fear: beyond the precautionary principle**. Cambridge: Cambridge University Press, 2005, p. 4-5.

Seria um princípio que focaria muito mais atentamente o amplo espectro de riscos sociais, e não apenas a potencialidade de causa de danos ao meio ambiente tomado pontualmente. Far-se-ia necessária, na sua adoção, atentar para um sopesar muito maior de consequências – inclusive, consequências da própria regulação das medidas potencialmente causadora de danos. Nesta acepção, seriam analisados os custos sociais da tomada de medidas e sua proporção em relação à expectativa de benefícios que tais medidas acarretariam em sua consecução.⁷¹

Sua adoção, ademais, deveria atentar apenas à ideia de custo e efetividade, a qual requer que a tomada de decisão de regulação por aqueles que sejam competentes para tal. Estas autoridades tomariam as decisões conforme métodos objetivando a redução de tais custos.

Não obstante, questões distributivas deveriam ser levadas em consideração: as decisões para o estabelecimento de padrões seriam tomadas de forma a não onerar, por demais, aqueles que estão (socioeconomicamente) menos aptos a arcarem com os custos da estratégia anticatástrofe. Nesta senda, poder-se-ia vislumbrar, no caso da regulação das nanotecnologias, a possibilidade de cálculo dos custos dos produtos e processos relacionados a estas formas de empreendimento: se melhorias na saúde dos consumidores são ocasionáveis, e não há comprovação de que o uso de nanopartículas (ou nanoprocessos) ocasionarão danos aos seus usuários, não haveria, assim, motivo para onerar demais o produtor com custos relacionados à permissão – custos estes que seriam repassados ao preço final do produto, obliterando o acesso que possíveis beneficiários de menor poder aquisitivo poderiam ter aos produtos nanoparticulares (ou nanoprocessados).

Por fim, deve-se conceber, no princípio anticatástrofe, que a extensão das precauções não podem ser separadas dos seus custos. Quando forem razoavelmente vislumbráveis cenários de danos irreversíveis e de grande extensão – e as suas probabilidades não podem ser identificáveis mediante qualquer espécie de cálculo racional (e o risco proporcionável pelas nanotecnologias ao meio ambiente e à saúde humana integra o rol de tais situações, conforme observado no segundo capítulo do presente trabalho, eis que ainda não foram realizadas pesquisas concludentes acerca do potencial risco ao meio ambiente do trato para com resíduos nanoparticulares, por exemplo) – padrões de segurança mais rigorosos seriam exigíveis. Porém, apenas em tais casos.

6. Considerações finais

O estudo que acabou de ser realizado, apesar de sequer ter tido pretensão exauriente, pretendeu tecer considerações acerca do significado da regulação do risco nanotecnológico mediante a aplicação do princípio da precaução. Isto porque tais tecnologias se inserem num contexto caracterizado, por um lado, pela incerteza científica acerca das potencialidades nocivas das nanotecnologias, e por outro, pelo grande potencial que podem ter para a economia e para a melhoria na qualidade de vida humana. Ademais, torna ainda mais complexo este contexto o fato de não haver normatização específica, no Brasil, sobre a matéria.

Diante desta situação, o empreendedor interessado em nanotecnologias carece de maiores parâmetros para orientar sua atividade: o que deve levar em consideração, assim, no momento em que empenha esforços e recursos neste sentido? Que externalidades a regulação jurídica pode representar à sua atividade? Ora, a legislação brasileira em geral, a praxis dos Tribunais superiores e a doutrina jurídica têm demonstrado que, mesmo que não haja ainda o vigor de normativas que venham a tratar do risco nanotecnológico, há fundamentos mínimos que podem servir de diretriz para que o

⁷¹ Sunstein, Cass R. **Laws of fear: beyond the precautionary principle**. Cambridge: Cambridge University Press, 2005, p. 114.

empreendedor tenha um mínimo de conhecimento daquilo que pode vir a ser alegado em seu desfavor na seara judicial.

Este tipo de estudo é importante para que o Direito assuma sua importância quando economicamente observado. Em outras palavras: torna-se possível elevar a discussão jurídica para além da *eficácia* de normas vigorantes, atingindo-se a observação da sua *efetividade social*. Assim, pode-se ter substrato para uma discussão acerca do que o Direito significa num contexto social, maior do que seu próprio ramo específico do conhecimento.

A fim de se poder intentar maiores saltos nesse sentido, outros princípios jurídicos importantes para a regulação de efeitos nocivos ao ambiente e à saúde humana devem ser analisados também. Princípios como o do poluidor-pagador, da solidariedade intergeracional e do desenvolvimento sustentável, também já presentes em nossa doutrina, jurisprudência e legislação, merecem ser submetidos à uma análise daquilo que possam significar economicamente. Isto porque, em searas tão novéis quanto a exploração econômica de tecnologias que avançam mais rápido do que o próprio processo legislativo, a falta de leis específicas não pode significar a insegurança de parâmetros normativos.

Economicamente falando: são necessários padrões mínimos de segurança para o risco nanotecnológico? Deveras. Contudo, há de se visualizar que, juntamente com tais padrões normativos (os quais poderiam, sim, partir da iniciativa estatal), há todo um “centro gravitacional” normativo em torno do qual todo interessado a investir em nanotecnologia pode se fundamentar, esparso em outras leis, mas de entendimento já bastante consolidado na praxis dos Tribunais superiores: o princípio da precaução, o qual não pode ser considerado um princípio revelador de um processo de exacerbação do medo, travancador do avanço tecnológico e, quiçá, incrementador da qualidade de vida humana. Este princípio norteará a ação de todo aquele que (até mesmo pleonasticamente falando), busca se precaver contra futuros danos. Deverá o empresário do ramo saber que, juridicamente, poderá ser responsabilizado se, além de não concretizar padrões mínimos estabelecidos, não investir em instrumentos e estratégias traduzíveis em custos de precaução – eis que a tendência judicial, na prática, no tocante a uma futura regulação jurídica do risco nanotecnológico, parece ser a consideração do princípio da precaução.

Sendo assim, pode-se concluir que resta confirmada a hipótese inicial apresentada – de que o princípio da precaução é importante fator a ser considerado na regulação de atividades econômicas envolvendo a exploração das nanotecnologias no Brasil. Este princípio obriga o empreendedor a levar, já de antemão, prováveis dispêndios que possa vir a ter com a incerteza científica acerca dos efeitos danosos das nanotecnologias, mesmo num contexto em que normas estatais específicas sobre a matéria ainda não sejam encontráveis como vigentes em nosso ordenamento.

7. Referências bibliográficas

- Alves, Oswaldo. (2004). Nanotecnologia, nanociência e nanomateriais: quando a distância entre presente e futuro não é apenas questão de tempo. *Revista Parcerias Estratégicas*, Brasília, 18, 23-40.
- Ashford, N. A. (2002) Implementing a Precautionary Approach in Decisions Affecting Health, Safety, and the Environment: Risk, Technology Alternatives, and Tradeoff-Analysis. In: freytag, E., et al. (ed). *The Role of Precaution in Chemicals Policy*. Viena: Diplomatische Akademie.
- Canotilho, José Joaquim Gomes; Morato Leite, José Rubens. (2008). *Direito Constitucional Ambiental Brasileiro*. 2. ed. São Paulo: Saraiva.
- Catalan, Marcos Jorge. (2008). *Proteção constitucional do meio ambiente e seus mecanismos de tutela*. 1. ed. São Paulo: Método.

- Donaldson, Ken; BORM, Paul. (2007). *Particle toxicology*. Boca Raton: CRC Press.
- Engelmann, Wilson. (2012). *O diálogo entre as fontes do Direito e a gestão do risco empresarial gerado pelas nanotecnologias: construindo as bases à juridicização do risco*. Constituição, Sistemas Sociais e Hermenêutica: Programa de Pós-Graduação em Direito da Unisinos: mestrado e doutorado, Porto Alegre; São Leopoldo, 319-344.
- Engelmann, Wilson. Flores, André Stringhi. Weyermüller, André Rafael. (2010). *Nanotecnologias, marcos regulatórios Direito Ambiental*. Curitiba: Honoris Causa.
- Escalante, José Manuel de Cózar. (2005). Principio de precaución y medio ambiente. *Revista Española de Salud Pública*, [S. l.] 79 (2).
- Feynman, Richard. (2004). Há mais espaço lá embaixo. Tradução de Roberto Belisário e Elizabeth Gigliotti de Sousa. *Revista Parcerias Estratégicas*, 18, 137-155.
- Fiorino, Daniel J. (2010). Voluntary initiatives, regulation, and nanotechnologies oversight: charting a path. *Project for Emerging Nanotechnologies*, 19. Disponível em: <<http://www.nanotechproject.org/process/assets/files/8347/pen-19.pdf>>.
- Foladori, Guillermo; Invernizzi, Noela. (2007). *Os trabalhadores da alimentação e da agricultura questionam as nanotecnologias*. São Paulo, 2007. Disponível em: <http://www.fundacentro.gov.br/dominios/NANO/anexos/Informativos/livreto_uita.pdf>.
- Luhmann, Niklas. (1998). *Sociología del Riesgo*. Tradução para o espanhol de Javier Torres Nafarrete. Cidade do México: Universidad Iberoamericana; Triana.
- Maynard, Andrew. *Nanotechnology and occupational health*, [S. l.], (2005). Disponível em: <http://epa.gov/ncer/nano/lectures/maynard_06_13_05_presentation.pdf>. Palestra publicada no site da EPA, no hyperlink Nanotechnology: Lectures.
- Melo, Celso Pinto; Pimenta, Marcos. (2004). Nanociência e Nanotecnologia. *Revista Parcerias Estratégicas*, Brasília, 18.
- Nanotechnology Consumer Products Inventory*. [S. l, S. d.]. Disponível em <<http://www.nanotechproject.org/inventories/consumer/>>. Matéria divulgada no site Project on Emerging Nanotechnologies, no hiperlink Inventories.
- Nanotechnology Consumer Products Inventory: Analysis*. [S. l, S. d.]. Disponível em <http://www.nanotechproject.org/inventories/consumer/analysis_draft/>. Matéria divulgada no site Project on Emerging Nanotechnologies, no hiperlink Inventories: Analysis.
- Nel, Andre; XIA, Tian; Madler, Lutz; Li, Ning. (2006). Toxic potential of materials at the nanolevel. *Science*, Washington DC, 311 (5761), 622-627.
- Novidades: *Regulação da nanotecnologia*. [S. l., 2012?] Disponível em: <http://www.lques.iqm.unicamp.br/canal_cientifico/lques_news/lques_news_cit/lques_news_2012/lques_news_novidades_1630.html>. Informação postada no site LQUES News, no hiperlink Novidades.
- Oberdorster, Gunter; Oberdorster, Eva; Oberdorster, Jan; (2005). Nanotechnology: An Emerging discipline evolving from studies of ultrafine particles, *Environmental Health Perspectives*, Washington DC, 113 (7), 823-839.
- Sandin, Per. (1999). Dimensions of the precautionary principle. *Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal*, 5 (5), 889-907.
- Silva, Guilherme Frederico Bernardo Lenz. Nanotecnologia: avaliação e análise dos possíveis impactos à saúde ocupacional e segurança do trabalhador no manuseio, síntese e incorporação de nanomateriais em compósitos refratários de matriz cerâmica. Trabalho de Conclusão do *Curso de Especialização em EALR*, V. 5, nº 2, p. 296-314, Jul-Dez, 2014

zação em Engenharia de Segurança do Trabalho, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, 2008. Disponível em: <<http://www.unisinos.br/biblioteca/images/stories/downloads/guia-biblioteca-2012-v2.pdf>>.

Sunstein, Cass R. (2005). *Laws of fear: beyond the precautionary principle*. Cambridge: Cambridge University Press.

The royal society; the royal academy of engineering. (2004). *Nanoscience and nanotechnologies: opportunities and uncertainties*. Londres. Disponível em: <<http://www.nanotec.org.uk/report/Nano%20report%202004%20fin.pdf>>.

United states environmental protection agency. *Nanotechnology white paper*, Washington DC, fev. 2007. Disponível em: <<http://epa.gov/ncer/nano/publications/whitepaper12022005.pdf>>.