

Reginaldo Pereira
Silvana Winckler
Marcelo Markus Teixeira
(Orgs.)

Inovação tecnológica no
novo marco legal de
CT&I do Brasil:
problematizações a partir da
governança dos riscos
socioambientais da
nanotecnologia

 **CAPES**


FAPESC

Reginaldo Pereira
Silvana Winckler
Marcelo Markus Teixeira
(Orgs.)

**Inovação tecnológica no novo marco legal de
CT&I do Brasil: problematizações a partir da
governança dos riscos socioambientais da
nanotecnologia**



© Editora Karywa – 2017

São Leopoldo – RS

editorakarywa@gmail.com

<http://editorakarywa.wordpress.com>

Conselho Editorial:

Dra. Adriana Schmidt Dias (UFRGS – Brasil)

Dra. Claudete Beise Ulrich (Faculdade Unida – Brasil)

Dr. Cristóbal Gnecco (Universidad del Cauca – Colômbia)

Dr. Eduardo Santos Neumann (UFRGS – Brasil)

Dr. Ezequiel de Souza (IFAM – Brasil)

Dr. Raúl Fornet-Betancourt (Aachen – Alemanha)

Dra. Tanya Angulo Alemán (Universidad de Valencia – Espanha)

Dra. Yisel Rivero Báxter (Universidad de la Habana – Cuba)

Comissão científica:

Prof^{fa} Dr^a Arlene Renk

Prof. Dr. Ernani de Paula Contipelli

Prof. Dr. Marcelo Markus Teixeira

Prof. Dr^a Maria Aparecida Lucca Caovilla

Prof. Dr. Reginaldo Pereira

Prof^{fa} Dr^a Silvana Winckler

Apoio:

Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES

Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina – FAPESC.

** Os textos são de responsabilidade de seus autores.*

Diagramação e arte-finalização: Rogério Sávio Link

I588 Inovação tecnológica no novo marco legal de CT&I do Brasil: problematizações a partir da governança dos riscos socioambientais da nanotecnologia. [e-book] / Orgs. Reginaldo Pereira, Silvana Winckler, Marcelo Markus Teixeira. São Leopoldo: Karywa, 2017.

172p.

ISBN: 978-85-68730-19-5

1. Direito; 2. Nanotecnologia; 3. Controle Social; 4. Relações Internacionais; 5. Socioambientalismo; I. Reginaldo Pereira; II. Silvana Winckler; III. Marcelo Markus Teixeira.

CDD 340

SUMÁRIO

SUMÁRIO.....	3
APRESENTAÇÃO.....	5
NANOCOSMÉTICOS E O DIREITO À INFORMAÇÃO: CONSTRUINDO OS ELEMENTOS E AS CONDIÇÕES PARA APROXIMAR O DESENVOLVIMENTO TECNOCIENTÍFICO NA ESCALA NANO DA NECESSIDADE DE INFORMAR O PÚBLICO CONSUMIDOR.....	7
	<i>Afonso Vinício Kirschner Fröhlich Daniele Weber Da Silva Wilson Engelmann</i>
A EMENDA CONSTITUCIONAL 85/15 E A POLÍTICA DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO DO BRASIL	20
	<i>Anieli Laura Gonzatti Reginaldo Pereira</i>
À LUZ DO MANUAL DE INSTRUÇÕES: VIABILIDADE DA PRECAUÇÃO?.....	30
	<i>Patrícia Jung Arlene Renk</i>
TERRITÓRIO E RISCO NOS MODELOS DE REGULAÇÃO DA NANOTECNOLOGIA EM ANTHONY GIDDENS.....	45
	<i>Caroline Cenci Reginaldo Pereira</i>
A TRIBUTAÇÃO COMO INSTRUMENTO DE INTERVENÇÃO NA ORDEM ECONÔMICA ORIENTADA À TUTELA DO MEIO AMBIENTE.....	61
	<i>Daniel Sbeghen</i>
O PRINCÍPIO DO PROTETOR RECEBEDOR E SUA POTENCIAL APLICAÇÃO NAS PEQUENAS PROPRIEDADES RURAIS FAMILIARES DE SC	83
	<i>Euarda Caroline Belotti Zamprogna Francis Pierre Ferlin Silvana Terezinha Winckler</i>
REDES DE COMUNICAÇÃO DIGITAIS E DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA NA DEMOCRATIZAÇÃO DO CONHECIMENTO: UMA ANÁLISE DO PROGRAMA DE WEBTV “NANOTECNOLOGIA DO AVESSO” DA RENANOSOMA.....	96
	<i>Juliana Correia Almeida e Silva</i>

DESENVOLVIMENTO NANOTECNOLÓGICO, AS INTERFACES REGULATÓRIAS E PROTEÇÃO DE DIREITOS SOCIAIS112

*Patrícia Santos Martins
Wilson Engelmann*

AS CONTRIBUIÇÕES DO DIREITO NO DESENVOLVIMENTO DAS NANOTECNOLOGIAS: A HÉLICE TRÍPLICE ALICERÇADA NA PESQUISA E INOVAÇÃO RESPONSÁVEIS (RRI) E NOS ASPECTOS ÉTICOS, LEGAIS E SOCIAIS (ELSA)124

*Raquel Von Hohendorff
Cristine Machado*

MAIS UMA POSSÍVEL CONSEQUÊNCIA DAS NANOTECNOLOGIAS: O QUE FAZER COM O RESÍDUO EM ESCALA NANOMÉTRICA (NANOWASTE)? AS POSSIBILIDADES DE APLICAÇÃO DOS PRINCÍPIOS DA POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS.....140

*Daniele Weber da Silva
Raquel Von Hohendorff*

A (IN)EFICÁCIA DO PRINCÍPIO DA PRECAUÇÃO FRENTE AO USO DA NANOTECNOLOGIA.....158

*Bruno Jaime Bernardi
Cristiane Zanini*

APRESENTAÇÃO

Em janeiro de 2016, foi aprovado o Novo Marco Legal de Ciência, Tecnologia e Inovação do Brasil.

As alterações recentes no referido marco impõem uma série de desafios aos campos da teoria do direito, da regulamentação e da regulação para que se possa garantir uma governança adequada dos riscos da nanotecnologia em virtude das suas especificidades e das potencialidades em causar problemas às economias vulneráveis, ao mercado de trabalho, à saúde do trabalhador e do consumidor e ao equilíbrio do meio ambiente.

Tais riscos precisam ser debatidos e considerados para a construção de padrões de governança que, pautados em critérios de sustentabilidade, permitam o avanço da nanotecnologia em níveis adequados de segurança social e ambiental.

Com a finalidade de criar um ambiente propício para tal debate, entre os dias 25 e 28 de outubro de 2016, aconteceu na Universidade Comunitária da Região de Chapecó o XIII Seminário Internacional Nanotecnologia, Sociedade e Meio Ambiente (XIII SEMINANOSOMA).

O evento foi organizado pela Rede de Pesquisa Nanotecnologia, Sociedade e Meio Ambiente (RENANOSOMA) em conjunto com o Grupo de Pesquisa Direito, Democracia e Participação Cidadã da UNOCHAPECÓ, os Programas de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Direito e Ciências Ambientais da UNOCHAPECÓ, bem como com Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Direito da UNISINOS.

Patrocinado pela CAPES e pela FAPESC, o evento possibilitou o aprofundamento de discussões acerca da governança dos riscos socioambientais da nanotecnologia a partir das perspectivas do Novo Marco Legal de Ciência, Tecnologia e Inovação do Brasil.

Com a finalidade de promover a produção científica na área proposta, foi previsto na programação do evento espaço para apresentação de trabalhos científicos, na modalidade apresentação oral, de pesquisadores vinculados a Grupos de Pesquisa ligados à temática do evento.

O presente livro torna público os trabalhos apresentados por pesquisadores de diversos Grupos de Pesquisa no XIII SEMINOSOMA.

Por materializar resultados parciais ou finais de pesquisas, a obra constitui-se em fonte de pesquisa para os interessados em conhecer o estado da arte das preocupações das preocupações de cientistas sociais e jurídicos sobre os meios de implementar sistemas de governança e gestão de riscos da nanotecnologia. Além disso, o livro trata de visões acerca dos avanços e dos desafios que o Novo Marco Legal de CT&I apresenta na área de governança dos riscos socioambientais das novas tecnologias.

Boa leitura!

Reginaldo Pereira *

Silvana Winckler **

Marcelo Markus Teixeira ***

* Doutor em Direito (UFSC). Professor do PPGD da UNOCHAPECÓ. Líder do Grupo de Pesquisa Direito, Democracia e Participação Cidadã da UNOCHAPECÓ. Membro da Rede de Pesquisa Nanotecnologia, Sociedade e Ambiente (RENANOSOMA).

** Doutora em Direito (Universidade de Barcelona). Professora do PPGD da UNOCHAPECÓ. Pesquisadora do Grupo de Pesquisa Direito, Democracia e Participação Cidadã da UNOCHAPECÓ.

*** Doutor em Direito (Universidade de Colônia). Coordenador e Professor do PPGD da UNOCHAPECÓ. Pesquisador do Grupo de Pesquisa Direito, Democracia e Participação Cidadã da UNOCHAPECÓ.

**NANOCOSMÉTICOS E O DIREITO À INFORMAÇÃO: CONSTRUINDO OS
ELEMENTOS E AS CONDIÇÕES PARA APROXIMAR O DESENVOLVIMENTO
TECNOCIENTÍFICO NA ESCALA NANO DA NECESSIDADE DE INFORMAR O
PÚBLICO CONSUMIDOR**

Afonso Vinício Kirschner Fröhlich^{*}

Daniele Weber Da Silva^{**}

Wilson Engelmann^{***}

Introdução

No atual cenário de descobertas capazes de possibilitar inúmeros avanços para além das indústrias e disciplinas científicas, uma das tecnologias que mais tem criado expectativas em torno de suas potencialidades técnicas, econômicas e sociais é a nanotecnologia. Dentre as áreas que vêm desenvolvendo produtos à base de nanotecnologia, possibilitando novas interações a níveis atômicos e moleculares, tem se destacado a indústria dos (nano)cosméticos. Apesar de ser uma área em expansão, de acordo com um estudo realizado pelo Fraunhofer Institute for Interfacial Engineering Thin Films IGB de Stuttgart na Alemanha, as nanopartículas estão cada vez mais presentes em cosméticos. No Brasil, que é o terceiro mercado mundial em cosméticos, as nanopartículas estão presentes em diversos produtos, como em xampus, condicionadores, cremes dentais, cremes antirrugas, cremes para clareamento de pele, protetores solares e maquiagens em geral.

Por outro lado, apesar dos inúmeros benefícios dessa nova possibilidade tecnológica – principalmente em relação a maior capacidade

^{*} Acadêmico do Curso de Graduação em Direito (UNISINOS). Bolsista de iniciação científica (CNPq) do Grupo de Pesquisa JUSNANO.

^{**} Mestranda do PPGD da UNISINOS. Pesquisadora do Grupo de Pesquisa JUSNANO.

^{***} Doutor em Direito Público (UNISINOS). Professor do PPGD da UNISINOS. Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq. Líder do Grupo de Pesquisa JUSNANO.

de penetração dos ativos em camadas da pele – o uso das nanopartículas nos cosméticos representa grande preocupação. A discussão que aparece é quanto aos possíveis riscos dela advindos, em especial quanto à toxicidade e a ausência de biocompatibilidade dos materiais utilizados. Isso é ainda mais gravoso pelo contato direto que os consumidores têm com esses produtos amplamente lançados ao mercado.

No meio desse cenário de incertezas que envolvem os nanocosméticos quando em contato com as camadas lipídicas do ser humano, cresce a necessidade do Direito construir marcos regulatórios adequados para tutelar seguramente essa nova tecnologia. Projeta-se, então, a necessidade de um forte investimento na informação ao consumidor dessa nova modalidade de cosméticos. A partir do Direito à Informação, presente na Constituição e no Código de Defesa do Consumidor – em especial no seu artigo 31 –, quem consome tais produtos tem o direito de saber das mudanças e dos efeitos positivos e negativos, permitindo uma escolha consciente dos produtos que carregam essas novidades nanotecnológicas. Um primeiro passo para a efetivação desses direitos a nível internacional é a Instrução da União Europeia sobre produtos pessoais e cosméticos que, desde julho de 2013, tornou obrigatório informar no rótulo dos produtos o uso de nanopartículas. Já no Brasil, inexistente legislação específica em vigor que oriente o uso da nanotecnologia.

Por fim, pode-se concluir que diante da grande quantidade de produtos cosméticos contendo nanomateriais que são lançados ao mercado, a incerteza quanto aos seus efeitos tóxicos e a ausências de regulação específica, cresce a necessidade não só do Direito construir elementos para juridicizar os riscos, passando a lidar com a possibilidade de danos futuros, mas de informar o público leigo quanto aos efeitos – positivos e negativos – dos produtos nanotecnológicos quando em contato com os seres humanos. Para tanto, a partir da utilização do Método fenomenológico-hermenêutico, é necessária a construção de elementos adequados para que se viabilize o exercício do Direito à Informação presente na Constituição e no Código de Defesa do Consumidor.

O novo mundo dos nanocosméticos

Partindo de um contexto em que estão sendo possibilitadas incontáveis novidade produzidas em uma velocidade jamais vista, uma das áreas que mais tem convergido ao atendimento das necessidades e desejos

humanos é a nanotecnologia. Estando em constante evolução, esta nova tecnologia está sendo percebida por muitos estudiosos de vários ramos do conhecimento científico como uma nova revolução tecnológica em curso (Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, 2016). Entretanto, não é de hoje a vontade do ser humano de dominar a matéria em escalas cada vez menores. Em 1959, o físico norte-americano Richard Feynmann em sua palestra “There is plenty of room at the bottom”, previu a possibilidade de escrever todos os 24 volumes da Enciclopédia Britânica na cabeça de um alfinete (“Why cannot we write the entire 24 volumes of the Encyclopedia Brittanica on the head of a pin?”), abordando muito dos conceitos importantes das nanotecnologias (FEYNMAN, 1959).

Com seu termo cunhado pelo japonês Norio Taniguchi em 1957 e popularizada pelo cientista estadunidense Eric Drexler nos anos 80, as nanotecnologias correspondem à manipulação da matéria em níveis atômicos ou moleculares, ou seja, corresponde à bilionésima parte do metro (10 elevado à potência -9). Quanto ao seu conceito, há grandes divergências, sendo uma das mais recorrentes a da ISO TC 229, que conceitua nanotecnologias da seguinte forma:

Compreensão e controle da matéria e dos processos em escala nano, tipicamente, mas não exclusivamente, abaixo de 100 nanômetros em uma ou mais dimensões, em que o aparecimento de fenômenos que dependem do seu tamanho normalmente permite novas aplicações. Utilização das propriedades dos materiais em nanoescala que diferem das propriedades dos átomos individuais, moléculas, materiais a granel, para criar melhores matérias, dispositivos e sistemas que exploram essas novas propriedades. (ISO, 2005; tradução livre).

Apesar da divergência conceitual, sua grande valorização dá-se pela possibilidade de intervenção humana na sociedade a partir da sua combinação com demais tecnologias, viabilizando inovações em diversas áreas, principalmente na indústria do consumo, inclusive com melhorias consideráveis para a qualidade de vida (HOHENDORFF; ENGELMANN, 2014, p. 22). Por isso, o mercado a nível internacional vem se desenvolvendo a partir da produção de uma gama muito elevada de produtos contendo nanomateriais. Exemplos bastante conhecidos são protetores solares, celulares, cerâmicas e revestimentos, produtos agropecuários, materiais micro-eletrônicos, tecidos, medicamentos, plásticos, além de tantos outros (HOHENDORFF; ENGELMANN, 2014).

Dentre as milhares de possibilidades de produtos desenvolvidos com materiais em nanoescala, os nanocosméticos vêm se destacando pela possibilidade de revolução na indústria de beleza e higiene. De acordo com um estudo realizado pelo Fraunhofer Institute for Interfacial Engineering Thin Films IGB (2016), de Stuttgart, na Alemanha, as nanopartículas estão cada vez mais presentes em cosméticos.

Para a definição de cosmético, um importante conceito é o da Food and Drug Administration (FDA) presente no Federal Food, Drug, and Cosmetic Act (FD&C Act), qual seja: “artigos destinados a ser esfregados, pulverizados, introduzidos ou aplicados de outra forma ao corpo humano para a limpeza, o embelezamento, a promoção ou a alteração da aparência” (ESTADOS UNIDOS, 2016; tradução livre). Outra importante definição de “produto cosmético” é a presente na Regulamentação da Comunidade Europeia de 2009, primeiro exemplo de regulamentação de nanocosméticos a nível mundial, com a seguinte redação:

Para os fins do presente regulamento, entende-se por: a) produto cosmético’, qualquer substância ou mistura destinada a ser posta em contato com as partes externas do corpo humano (epiderme, sistema capilar, unhas, lábios e órgãos genitais externos) ou com os dentes e as membranas mucosas da cavidade oral, exclusivamente ou principalmente com o objetivo limpá-las, perfumá-las, alterar sua aparência, protegê-los, mantê-los em bom estado ou corrigir os odores corporais. (EUROPA, 2009)

A nível mundial, a Lancôme foi a primeira empresa a produzir um cosmético utilizando nanotecnologia na sua base na divisão de luxo da L’Oréal, em 1995. Esse produto cosmético é um creme para o rosto, composto de nanocápsulas de vitamina E pura, desenvolvidas e patenteadas pela Universidade de Paris. Posteriormente, também desenvolveram produtos nessa linha as empresas Christian Dior, Anna Pegova, Procter & Gamble, Revlon, Solução Dermazone, Chanel, Skinceuticals, Estee Lauder, Shiseido, Garnier, Johnsons & Johnsons (BECK; GUTERRES; POLMANN, 2011, p. 3).

No Brasil, que é o terceiro mercado mundial em cosméticos, estando atrás dos Estados Unidos e do Japão, a empresa que primeiro desenvolveu e comercializou um produto com nanopartículas foi O Boticário, com um creme anti-envelhecimento contendo as vitaminas A, C e K “(...) para a área dos olhos, testa e ao redor da boca, chamado Nanoserum” (ENGELMANN, 2015, p. 43). De lá para cá, as nanopartículas estão presentes em diversos produtos cosméticos, como em xampus,

condicionadores, cremes dentais, cremes antirrugas, cremes para clareamento de pele, protetores solares e maquiagens em geral.

A utilização destas nanopartículas nos produtos cosméticos dá-se por uma grande quantidade de notáveis efeitos, conforme Beck, Guterres e Pohlmann:

A nanotecnologia pode ser utilizada para modificar a penetração do cosmético, controlando a liberação de substâncias ativas e aumentando o período de permanência na pele, além de garantir um contato direto com o stratum corneum e apêndices cutâneos e proteger o agente contra a instabilidade química ou física. (BECK; GUTERRES; POLMANN, 2011, p. 3)

Portanto, a importância dos nanocosméticos está nos efeitos vantajosos advindos da sua utilização pelo ser humano. Entretanto, apesar desses inúmeros benefícios que é capaz de criar, “[o] desenvolvimento destas tecnologias gera impactos éticos, legais e sociais importantes [...]” (HOHENDORFF; ENGELMANN, 2014, p. 22), como se verá.

Os nanocosméticos em um cenário de riscos

A partir da análise do conceito da ISO TC 229, já mencionado, e dos testes de riscos já realizados com a nanotecnologia, o que preocupa são as possíveis mudanças nas características das estruturas em nanoescala, principalmente quanto as suas propriedades físico-químicas (FUNDAÇÃO CERTI, 2016). Tais materiais nanoescalares possuem características diversas, como a composição química, propriedades eletrônicas, pureza, cristalinidade, solubilidade e forma de agregação físico-químicas muito diferentes dos mesmos materiais em escala macro. Testes já realizados demonstram a possibilidade de danos à saúde causados por essa nova tecnologia. Um exemplo é mencionado por Engelmann:

A investigação sobre a toxicidade de nanopartículas de TiO₂ demonstraram que, quando TiO₂ de tamanho nano-administrada por via subcutânea a ratos grávidas, houve transferência para os descendentes, resultando em danos cerebrais e reduzindo a produção de espermatozoides em prole masculina. (ENGELMANN, 2015, p. 72)

Outro exemplo importante é o do ouro, que há tempo já vem sendo estudado, principalmente pelo Instituto de Tecnologia da Geórgia, nos Estados Unidos, o qual descobriu o seu poder de tornar-se magnético em nanoescala (GARITAONANDIA, 2008, p. 661-668). Ou seja, essas

mudanças de características preocupam pelos riscos potenciais advindos dos impactos nocivos que essa nova tecnologia pode trazer a saúde humana e animal e ao meio ambiente, criando um cenário de dúvidas e incertezas quanto a sua utilização. Portanto, o foco que cerca hoje a nanotecnologia, além da discussão envolvendo princípios éticos, é quanto ao debate político em torno da dicotomia entre riscos e benefícios na avaliação desta tecnologia (AHN et al, 2016, p. 5-23).

Nos cosméticos, o risco do uso dessas nanopartículas se torna ainda mais acentuado, uma vez que os consumidores de cosméticos entram em contato direto com a nanotecnologia. Isso, pois, tais partículas são, grande parte das vezes, aplicadas na pele, maior órgão do corpo humano, representando uma área total de 2 metros quadrados, podendo haver facilmente a penetração das partículas pelas camadas lipídicas (BECK; GUTERRES; POLMANN, 2011. P.3). Um exemplo em que se evidencia possíveis riscos é o de grande parte dos protetores solares, que possui nanopartículas de óxidos de titânio garantindo proteção UV. Por outro lado, essas partículas podem penetrar na pele caso haja algum ferimento e iniciar uma reação inflamatória (ENGELMANN, 2015, p. 72).

De acordo com Weyemüller e Hupffer (2015, p. 108), “[o]s riscos submetem a condição humana às incertezas do futuro, o qual não pode mais ser objeto de controle efetivo, sobretudo pela impossibilidade de precisar sua ocorrência”. Portanto, como consequência dos riscos e possibilidades de danos futuros a partir da utilização dos nanocosméticos, cria-se um alerta com relação à utilização descontrolada desses nanomateriais.

O papel do direito frente aos desafios dos nanocosméticos

Pelo risco demonstrado, fica evidente a necessidade de uma tomada de atitude frente às incertezas envolvendo nanomateriais presentes nos cosméticos, sendo papel do Direito ficar atento e desenvolver respostas adequadas para essa nova demanda surgida. O fato é que o Direito não pode ficar alheio a essas incertezas, devendo, por um lado, assegurar o desenvolvimento da tecnologia em escala nano e, por outro lado, “garantir a incolumidade física, mental e patrimonial dos destinatários dessa nova tecnologia” (CAVALIERI, 2014, p. ix). Tais respostas advindas do ordenamento jurídico buscam apresentar seu papel regulatório frente ao desafiante mundo da nanotecnologia.

Uma das respostas que, a nível mundial, o Direito tem tentado dar às incertezas envolvendo a nanotecnologia, e em especial aos nanocosméticos, envolve a necessidade da informação ao consumidor dessa nova modalidade de cosméticos. Entretanto, atualmente no Brasil inexistente qualquer legislação específica aprovada ou em vigor, a qual possa coagir às empresas produtoras de nanocosméticos a informar das suas mudanças e efeitos positivos e negativos aos consumidores, para que assim eles possam escolher conscientemente quanto a sua utilização.

Não existindo a legislação específica para os nanocosméticos, o que se verifica de mais concreto são dois projetos de lei, que estão em tramitação junto a Câmara dos Deputados, que discutem a regulação estatal das nanotecnologias em geral. Um deles é o Projeto de Lei nº 5.133/2013 (BRASIL, 2013), que define o conceito de nanotecnologia e tem como uma de suas metas instituir a obrigatoriedade de inserir no rótulo de todos os produtos à base de nanotecnologias (aí incluindo os nanocosméticos) informações ao consumidor sobre a tecnologia usada. Já o Projeto de Lei nº 6.741/2013 dispõe sobre a Política Nacional de Nanotecnologia, o incentivo à pesquisa, o desenvolvimento tecnológico e o controle pelo Poder Público dos riscos e impactos decorrentes das atividades de nanotecnologia. Ambos os projetos são de autoria do Deputado Sarney Filho e podem ter um impacto significativo na questão da informação e do controle quanto à utilização de nanomateriais na indústria cosmética. Recentemente, o Projeto de Lei nº 5.133/2013 recebeu parecer do Deputado Relator Vinicius Carvalho pela aprovação e está sujeito à Apreciação Conclusiva pelas Comissões. Por outro lado, o Projeto de Lei nº 6.741/2013 está parado desde o ano de 2015, sujeito à apreciação do Plenário.

A nível internacional, vários países como China, Canadá, França, Bélgica, Noruega, Suécia, Dinamarca, já estabeleceram registros obrigatórios para as empresas que vendem produtos contendo nanotecnologia, incluindo cosméticos. Da mesma forma, outros países como Austrália, Estados Unidos, Suíça e Coreia elaboraram definições operativas de nanomateriais que não são vinculantes. Por outro lado, entidades científicas, regulatórias e de normas técnicas têm realizado diretrizes (guidelines) para a utilização das nanopartículas, como da americana Food Drug Administration, que fornece informações para as indústrias e demais interessados (academia, outros grupos regulatórios) sobre a avaliação de segurança dos nanomateriais nos produtos cosméticos (FDA, 2014). Da mesma forma, este órgão do governo dos Estados Unidos

recomenda que as empresas submetam os dados e outras informações dos nanomateriais dos produtos cosméticos na sua pré-comercialização (FDA, 2014). Outras entidades que são exemplos de proliferação de documentos sobre nanotecnologia produzidos no mundo todo são a National Institute for Health (NIH) dos Estados Unidos, National Science Foundation (NSF), ISO, OCDE, ASTM, CEN, British Standards Institution (BSI), União Europeia: Comissão Europeia e Parlamento Europeu, European Medicines Agency, Co-Nanomet (EUROPA), REACH e Nanotechnologies Industries Association (NIA).

Outro exemplo positivo de um primeiro passo para a efetivação da informação dos nanomateriais, a nível internacional, é o da União Europeia, com o Regulamento nº 1.223/2009 do Parlamento Europeu e do Conselho de 30 de novembro de 2009, que é relativo aos produtos cosméticos e instrui da seguinte forma:

O desenvolvimento da tecnologia pode levar a uma maior utilização de nanomateriais nos produtos cosméticos. A fim de garantir um elevado nível de protecção dos consumidores, a livre circulação de mercadorias e a segurança jurídica dos fabricantes, é necessário elaborar uma definição uniforme dos nanomateriais a nível internacional. A Comunidade deverá procurar chegar a acordo sobre uma definição nos fóruns internacionais relevantes. Caso tal acordo seja obtido, a definição de nanomateriais constante do presente regulamento deverá ser adaptada em conformidade. Actualmente, a informação sobre os riscos associados aos nanomateriais é inadequada. A fim de avaliar melhor a sua segurança, o CCSC deverá prestar orientação, em colaboração com os organismos competentes, sobre metodologias de ensaio que tenham em conta as características específicas dos nanomateriais. (UNIÃO EUROPEIA, 2009)

Por outro lado, como carecemos de legislação específica envolvendo os nanocosméticos para além das entidades científicas já arroladas, pode-se garantir o Direito à Informação a partir da Constituição Federal do Brasil que traz o Direito (ou Dever) à Informação no artigo 5º, inciso XIV, que dispõe da seguinte forma: “É assegurado a todos o acesso à informação e resguardado o sigilo da fonte, quando necessário ao exercício profissional”. Ao figurar na Carta Magna brasileira, este direito é consagrado como Direito Fundamental, um Direito Humano “reconhecido e positivado na esfera do direito constitucional positivo” (SARLET, 2003, p. 33). Ou seja, o Direito à Informação exige o “seu reconhecimento, seu respeito e ainda a sua tutela e promoção por parte de todos, mas

especialmente daqueles que estejam instituídos em autoridade.” (CULLETON; BRAGATO; FAJARDO, 2009, p. 13).

Dito de outra forma, o Direito à Informação presente na Constituição Federal brasileira sustenta a concepção de que as potencialidades lesivas das nanotecnologias devem ser amplamente divulgadas para que o cidadão possa optar ou não por sua utilização. Nas palavras de Raquel Von Hohendorff e Wilson Engelmann.

É preciso que as informações decorrentes do estudo dos riscos tenham ampla divulgação e estejam disponíveis para a sociedade, para que os atores envolvidos diretamente nas decisões, sobre a limitação da nanotecnologia e a sociedade civil, tenham melhores condições frente aos desafios surgidos com esta nova tecnologia. (HOHENDORFF; ENGELMANN, 2014, p. 167)

Da mesma forma, o Direito à Informação está presente no Código de Defesa do Consumidor (Lei nº 8.078, de 11 de setembro de 1990), em que o Artigo 31 traz a necessidade da oferta e apresentação de produtos ou serviços assegurarem informações corretas, claras, precisas, ostensivas e em língua portuguesa sobre suas características, qualidades, quantidade, composição, preço, garantia, prazos de validade e origem, entre outros dados, bem como sobre os riscos que apresentam à saúde e segurança dos consumidores. Ou, pelas palavras de Rizzato Nunes:

Com efeito, na sistemática implantada pelo CDC, o fornecedor está obrigado a prestar todas as informações acerca do produto e do serviço, suas características, qualidades, riscos, preço, etc., de maneira clara e precisa, não se admitindo falhas ou omissões. (NUNES; 2012, p. 186)

Visto desta forma, resta evidente que o consumidor dos produtos cosméticos deve ser informado não só da existência das nanopartículas levadas ao mercado, mas das mudanças e dos efeitos positivos e negativos, permitindo uma escolha consciente dos produtos que carregam essas novidades nanotecnológicas. Conseqüentemente, devido aos riscos à saúde humana a partir das nanotecnologias, há a exigência irrenunciável da comunicação quanto à utilização das nanotecnologias pela indústria, “(...) sem a qual não há participação, não há liberdade, desmorona-se a igualdade, impede a existência da democracia” (MARQUES, 2000, p. 30).

Conclusão

O desenfreado crescimento tecnológico tem possibilitado incontáveis novidades produzidas em uma velocidade jamais vista, em que as novas tecnologias representam um fator de mudanças em diversos setores da sociedade, podendo alterar bruscamente o modo como nos relacionamos com os demais e com o meio ambiente. Nesse cenário, a nanotecnologia vem gerando uma revolução no mercado cosmético, com a produção de uma gama muito elevada de produtos contendo nanomateriais. Por outro lado, essa tecnologia emergente tem despertado preocupações éticas, legais e sociais associadas a possibilidades de riscos ao ser humano, ao meio ambiente e aos animais, advindos das novas características e propriedades físico-químicas dos produtos em nanoescala.

No horizonte atual de riscos envolvendo os produtos nanotecnológicos, aparece o Direito com um papel regulatório de construção de elementos adequados para tutelar esta nova demanda, viabilizando o Direito à Informação visto sob a ótica da dignidade da pessoa humana e por sua vertente positivada (presente na Constituição e no Código de Defesa do Consumidor, em especial no seu artigo 31). O fato é que o Consumidor diretamente ligado aos nanocosméticos tem o Direito (Dever) de conhecer os benefícios e riscos dos produtos a serem consumidos. Para isso, faz-se necessário construir alternativas para esclarecer o público consumidor leigo.

Uma solução encontrada pelo Grupo de Pesquisa JUSNANO¹ é a produção de cartilhas educativas que levem o conhecimento acerca dos nanocosméticos de uma forma mais simples e clara para o público consumidor. Da mesma forma, o Grupo realizou palestras educativas em escolas de Ensino Médio e Fundamental, Públicas e Particulares, compartilhando o conhecimento sobre a nanotecnologia com cidadãos que pouco – ou quase nada – conhecem dessa nova tecnologia tão presente na

¹ O Grupo JUSNANO, vinculado aos programas de pós-graduação (mestrado e doutorado) da Universidade do Vale do Rio dos Sinos pretende investigar os reflexos que as pesquisas nanotecnológicas provocarão na sociedade, pois se trata de uma área com grandes possibilidades, muitas das quais desconhecidas. Dessa forma, pretende-se aproximar as áreas tecnológica e humana a fim de propor uma regulamentação jurídica para as pesquisas e os resultados em escala nano. A regulamentação a ser formulada conterà sua base fixada nos Direitos Humanos, como diretriz ética para as investigações que estão sendo processadas. Blog do Grupo de Pesquisa JUSNANO: <<http://jusnano.blogspot.com.br>>.

sociedade de consumo. Outra produção foi a de um livro no ano de 2015 com mesmo título do presente resumo, o qual recebeu apoio financeiro da FAPERGS (Fundo de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul), por meio do edital 001/2013 PQP (Pesquisador Gaúcho). Com tais trabalhos desenvolvidos, a pesquisa possibilitou a aproximação do desenvolvimento nanotecnológico ao público consumidor, não especialista no assunto.

A partir das pesquisas científica em torno da (in)existência de marcos normativos e técnicos sobre os Nanocosméticos no Brasil, percebe-se necessária a construção pelo Ordenamento Jurídico de elementos adequados para que se viabilize o exercício do Direito à Informação. E é justamente pela preocupação quanto às possibilidades de danos futuros desses materiais quando em contato com os seres humanos, que se tornam imprescindível ferramentas de informações dos risco sobre essa tecnologia emergente. Dito de outra forma, no cenário de dúvidas que envolvem os nanoproductos associados aos cosméticos, o ser humano que lida com essa nova tecnologia deve ter seu reconhecimento, seu respeito e sua tutela garantidos a partir de “alguns pressupostos éticos mínimos” (SARLET, 2003) , advindos da Constituição e no Código de Defesa do Consumidor.

Referências

AHN, Jeong Joo et al, Laboratory Safety and Nanotechnology Workers: an Analysis of Current Guidelines in the USA. *Nanoethics*, [s.l.], v. 10, n. 1, p. 5-23, 5 fev. 2016. Springer Nature. <<http://dx.doi.org>>.

BECK, Ruy; GUTERRES, Silvia; (EDS.), POHLMANN, Adriana. *Nanocosmetics and Nanomedicines: New Approaches for Skin Care*. Berlin: Springer, 2011. p. 3.

Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF/MCT). *Nanociência e Nanotecnologia: Modelando o futuro átomo por átomo*. Rio de Janeiro: Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (cbpf/mct). Disponível em: <<http://www.cbpf.br>>. Acesso em: 09 dez. 2016.

CULLETON, Alfredo.; BRAGATO, Fernanda Frizzo; FAJARDO, Sinara Porto. *Curso de Direitos Humanos*. São Leopoldo: Unisinos, 2009.

ENGELMANN, Wilson. *Nanocosméticos e o Direito à Informação*. 1.ed. Erechim: Deviant, 2015. p. 43.

ESTADOS UNIDOS. FOOD AND DRUG ADMINISTRATION (FDA). *Is It a Cosmetic, a Drug, or Both? (Or Is It Soap?)*. 2016. Disponível em: <<http://www.fda.gov>>. Acesso em: 09 dez. 2016.

EUROPA. *Regulation (ec) n. 1223/2009* – of the European Parliament and of the Council, 30 nov. 2009 – on cosmetic products. Official Journal of the European Union. Disponível: <<http://ec.europa.eu>> Acesso em 25 set. 2015.

FEYNMAN, Richard P. Plenty of Room at the Bottom. In: AMERICAN PHYSICAL SOCIETY, 1., 1959, Pasadena. *Plenty of Room at the Bottom*. Pasadena, 1959. p. 1 – 7. Disponível em: <<https://www.pa.msu.edu>>. Acesso em: 01 dez. 2016.

Food and Drug Administration. *Guidance for Industry: Safety of Nanomaterials in Cosmetic Products*. 2014. Disponível em: <<http://www.fda.gov>>. Acesso em: 09 dez. 2016.

FRAUNHOFER INSTITUTE FOR INTERFACIAL ENGINEERING AND BIOTECHNOLOGY IGB. *Press release: Proving nanoparticles in sunscreen products*. 2016. Disponível em: <<http://www.igb.fraunhofer.de>>. Acesso em: 08 dez. 2016.

FUNDAÇÃO CERTI. *Nanossegurança na Prática: Guia para empresas produtoras e consumidoras de nanotecnologia*. 2016. Disponível em: <<http://info.certi.org.br/nanosseguranca>>. Acesso em: 09 dez. 2016.

GARITAONANDIA, José S. et al, Chemically Induced Permanent Magnetism in Au, Ag, and Cu Nanoparticles: Localization of the Magnetism by Element Selective Techniques. *Nano Letters*, [s.l.], v. 8, n. 2, p. 661-667, fev. 2008. American Chemical Society (ACS). <<http://dx.doi.org>>.

ISO. *ISO/TC 229 Nanotechnologies*. 2005. Disponível em: <http://www.iso.org/iso/iso_technical_committee?commid=381983>. Acesso em: 08 dez. 2016.

MARQUES, Maria Tereza. Direito à informação: direito fundamental: base para democracia. *Revista do Instituto de Pesquisas e Estudos*, Bauru, n. 28, p. 29-42, abr./jul. 2000, p. 30. Disponível em: <<http://bdjur.stj.jus.br>>. Acesso em 23. set. 2016.

NUNES, Rizzatto. *Curso de Direito do Consumidor*. 7. ed. São Paulo: Saraiva, 2012. p. 186.

SARLET, Ingo Wolfgang. *A Eficácia dos Direitos Fundamentais*. 3.ed. rev. atual e ampl. Porto Alegre: Livraria do Advogado, 2003.

UNIÃO EUROPEIA. *Regulamento (ce) N.º 1223/2009 do Parlamento Europeu e do Conselho*. União Europeia, 30 nov. 2009. Disponível em: <<http://eur-lex.europa.eu>>. Acesso em: 09 dez. 2016.

VON HOHENDORFF, Raquel; ENGELMANN, Wilson. *Nanotecnologias aplicadas aos agroquímicos no Brasil: A Gestão dos Riscos a Partir do Diálogo Entre as Fontes do Direito*. 1.ed. Curitiba: Juruá, 2014; p 22.

WEYERMÜLLER, André Rafael; HUMPPFER, Haide Maria. O paradoxo da tecnologia e a incerteza científica. In: BAEZ, Narciso Leandro Xavier et al (Org.). *O Impacto das Novas Tecnologias nos Direitos Fundamentais*. Joaçaba: Unoesc, 2015. p. 108-108.

A EMENDA CONSTITUCIONAL 85/15 E A POLÍTICA DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO DO BRASIL

Anieli Laura Gonzatti^{*}
Reginaldo Pereira^{**}

Introdução

No dia 12 de janeiro de 2016, o Marco Legal de Ciência e Tecnologia do Brasil foi alterado com a publicação da Lei nº 13.243.

A nova Lei, que promoveu mudanças significativas na Lei nº 10.973 de 2004, a qual dispõe sobre medidas para o incentivo à pesquisa, à inovação e ao desenvolvimento científico e tecnológico no ambiente produtivo, foi precedida pela aprovação da Emenda Constitucional 85, no ano de 2015.

A Emenda Constitucional 85/15 dotou de validade constitucional que alterou a Política Brasileira de ciência, tecnologia, pesquisa, desenvolvimento e inovação no Brasil. Daí a importância de analisar os principais aspectos de tal Emenda Constitucional.

Para tanto, busca-se, no presente artigo, verificar as diretrizes, os princípios e os objetivos que a referida emenda acrescentou à Política de CT&I brasileira.

A Lei 10.973/04

A Lei nº 10.973/04, também conhecida como Lei da Inovação, foi sancionada em 2 de dezembro de 2004, pelo então Presidente da

^{*} Bacharel em Direito (UNOCHAPECÓ). Bolsista (Artigo 170) do Grupo de Pesquisa Direito, Democracia e Participação Cidadã (UNOCHAPECÓ).

^{**} Doutor em Direito (UFSC). Professor do PPGD (UNOCHAPECÓ). Líder do Grupo de Pesquisa Direito, Democracia e Participação Cidadã (UNOCHAPECÓ). Membro da RENANOSOMA.

República, Luiz Inácio Lula da Silva, e regulamentada pelo decreto 5.563 de 11 de outubro de 2005. Salerno destaca que a lei estabeleceu um novo marco para a relação entre universidade e institutos de pesquisa públicos e empresas privadas, pois possibilitava a ação do Estado em relação ao apoio à inovação industrial, através de subvenção econômica a empresas que desenvolvem tecnologia e a possibilidade da compra das tecnologias produzidas pelo Estado.

A Lei da Inovação passou a permitir que houvesse investimento público nas empresas privadas, e a partir disso a criação de estímulos para que sejam contratados pesquisadores, ou ainda para que pesquisadores constituam empresas destinadas a criação de atividades relacionadas à ciência, tecnologia e inovação. A lei foi essencial para que o quadro empresarial do Brasil se tornasse mais competitivo e capaz de criar novas tecnologias (SALERNO, 2006).

Observa-se que a Lei de Inovação foi organizada a partir de três eixos: a construção de ambientes propícios para parcerias entre instituições, universidades e empresas; estimular o desenvolvimento de instituições científicas na inovação e o incentivo a inovação empresarial (MATIAS-PEREIRA, 2005).

Segundo Sicsú, uma das grandes preocupações apresentadas pelos especialistas era de que o Brasil possuía uma pequena participação do setor produtivos em projetos e desenvolvimento de CT&I. A Lei da Inovação, foi extremamente importante para que ocorressem modificações em nossa legislação, a fim de regulamentar as atividades e fomentos de inovação tecnológica no país (SICSÚ, 2016).

A Lei nº 10.973/04 foi uma grande conquista para o setor, estabelecendo o incentivo a inovação e à pesquisa científica, e trouxe autonomia e desenvolvimento desde o sistema produtivo nacional e aos sistemas regionais do país. Passando então, a existir um cenário de atuação efetiva de pesquisadores acadêmicos em projetos empresariais de desenvolvimento. Além de aumento no fomento, a partir de recursos públicos, a inovação brasileira (SICSÚ, 2016).

Para potencializar os instrumentos da Lei nº 10.973/04, o Governo Federal criou a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI), regulamentada em 2005, juntamente com o Conselho Nacional de Desenvolvimento Industrial. A ABDI tem como objetivo a promoção de execução da política industrial, em acordo com as políticas de ciência, tecnologia e inovação. Esta é ligada ao Ministério do Desenvolvimento,

Indústria e Comércio Exterior (MDIC), que é atuante como elo entre o setor público e privado, para que ocorra contribuição para o desenvolvimento sustentável por meio de competitividade industrial.

A emenda constitucional Nº 85/15

A Lei nº 13.243/16, Marco Legal da Ciência, Tecnologia e Inovação (MLCT&I), foi precedida pela Emenda Constitucional nº 85/15, sancionada no dia 26 de fevereiro de 2015, que alterou, por exemplo o conceito de pesquisa, sendo a inovação incluída com o mesmo patamar da ciência básica da tecnologia. Reforçou-se o dever do Estado em estímulo, formação e fortalecimento da ciência tecnológica. Dessa forma, promovendo a articulação entre os entes públicos e privados em colaboração com o Sistema de Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação.

A referida emenda criou ainda, base constitucional para que o Marco Legal estabeleça que as Instituições Científicas Tecnológicas e de Inovação (ICT) públicas, possam celebrar convênios e contratos com empresas privadas e com entes públicos, sendo estes de qualquer uma das três esferas da federação para prestação de assessorias, projetos de pesquisa e compra e venda de produtos.

A Constituição Federal institui a proteção ao mercado interno e às empresas nacionais, dessa forma, a EC 85/15 flexibiliza a alocação de recursos públicos em empresas, até mesmo internacionais.

As alterações que a EC 85/15 introduziu no Sistema de CT&I do Brasil

A Emenda Constitucional nº 85/15 alterou e adicionou dispositivos a Constituição Federal a fim de atualizar o tratamento de CT&I no Brasil. Dessa forma, a partir da EC 85/15 criou-se base legal e constitucional para o sanção da Lei nº 13.343/16, gerando um novo patamar em relação à ciência, tecnologia e inovação o Marco Legal de Ciência, Tecnologia e Inovação do Brasil.

A referida Emenda criou a base legal ao estabelecer que as Instituições Científicas, Tecnológicas e de Inovação (ICT) públicas celebrem contratos com empresas privadas e ainda com entes públicos de quais quer esfera: municipal, estadual e federal, conforme preceituado no parágrafo único do art. 219.

Dessa forma, estabelece que a partir dessa parceria com a atividade econômica privada possa ocorrer o desenvolvimento de produtos e serviços, compra e venda de produtos ou ainda assessoria. Estimulando o desenvolvimento tecnológico do país e do mercado interno. Destaca-se que a proteção ao mercado interno e as empresas nacionais preceituada na Constituição Federal de 1988, é flexibilizada em prol da alocação de recursos públicos em quaisquer empresas, incluindo as estrangeiras (ANDES, 2016).

Cabe ressaltar que a atividade econômica privada, em relação à disciplina jurídica, gira em torno da pessoa do empresário, da empresa individual de responsabilidade limitada e ainda da sociedade empresária, sendo que estes se referem à pessoa física ou privadas que exercem atividades econômicas.

Em relação a esta concorrência nacional e internacional, as empresas buscam mediante o conhecimento inovador, a diferenciação de produtos e serviços com parcerias e apoio de universidades. A partir da produção do conhecimento, a atividade capitalista se nutre para que haja crescimento em diferentes setores de atuação profissional do país.

A Emenda Constitucional 85/15 preceitua em seu art. 219 A, a possibilidade de entidades privadas fazerem firmarem parcerias com órgãos e entidades públicas do Estado Brasileiro, em nível federal, estadual e municipal, mediante contrapartida financeira ou não financeira.

O novo marco legal de CT&I do Brasil

Um dos aspectos decisivos para que a ciência, tecnologia e inovação do país, alcance um novo padrão de desenvolvimento, passíveis de criação de marcos regulatórios compatíveis. O novo marco legal da inovação, conhecido como Código de Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I), foi aprovada a Lei 13.243/16 no dia 11 de janeiro de 2016, sendo sancionada pela então Presidente da República Dilma Rousseff.

No entanto, após a aprovação de forma unânime no Congresso Nacional, o Marco Legal de Ciência, Tecnologia e Inovação, em fase de aprovação presidencial, recebeu onze vetos. Nazareno explica que posicionamentos do Ministério da Fazenda (MF), e do Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão (MPOG) foram decisivos para a indeferimento. O Ministério da Fazenda compreendeu a medida proposta de isenção tributária e previdenciária sobre as bolsas, e ainda a isenção de

impostos sobre as importações dos produtos, resultariam em perda de receita e desequilíbrio na previdência, dessa forma, ferindo a Lei da Responsabilidade fiscal (LRF).

Ainda, segundo posicionamento do Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, a não cobrança da taxa de administração em convênios, poderia resultar em insegurança jurídica e em acréscimo da liberdade dada às ICTs. E por fim, ambos os Ministérios se declararam contra a dispensa de licitação (NAZARENO, 2016).

Estes vetos foram a votação pelo Congresso Nacional em maio de 2016, sendo que duzentos e setenta e sete deputados votaram contra os vetos. Porém, devido à baixa presença de Senadores na sessão e não sendo alcançada a maioria absoluta, não foi possível a derrubada dos vetos (NAZARENO, 2016).

A nova lei, Marco Legal de Ciência, Tecnologia e Inovação (MLCT&I), é resultado de um processo de aproximadamente cinco anos de discussões entre o Sistema Nacional de Inovação (SNI) nos âmbitos das Comissões de Ciência, Tecnologia da Câmara do Senado. As alterações e discussões tiveram como ponto inicial o reconhecimento de alterações necessárias na Lei de Inovação e a redução de obstáculos jurídicos com relação às outras nove leis relacionadas ao CT&I, até então atuantes neste sistema (RAUEN, 2016).

Segundo Pereira, o novo marco legal de ciência, tecnologia e inovação promoveu alterações parciais nas seguintes leis: i) Lei nº 6.815, de 19 de agosto de 1980, que define a situação do estrangeiro no Brasil; ii) a Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993, que institui uma norma em relação a licitações e contratos da Administração Pública; iii) a Lei nº 12.462, de 11 de agosto de 2011, que instituiu o Regime Diferenciado de Contratações Públicas (RDC); iv) a Lei nº 8.745, de 9 de dezembro de 1993, que dispõe sobre a contratação por tempo determinado para atender à necessidade temporária de excepcional interesse público; v) a Lei nº 8.958, de 20 de dezembro de 1994, que refere-se as relações entre as instituições federais de Ensino Superior e de pesquisa científica e tecnológica e as fundações de apoio; vi) a Lei nº 8.010, de 29 de março de 1990 que dispõe sobre a importação de bens destinados à pesquisa científica e tecnológica; e vii) a Lei nº 8.032, de 12 de abril de 1990, sobre a isenção ou redução de impostos de importação e a Lei nº 12.772, de 28 de dezembro de 2012, que se refere a estruturação do Plano de Carreira e Cargos do Magistério Federal (PEREIRA, 2016).

Além disso, o novo marco de CT&I, a Lei nº 13.243/16 teve impacto significativo sobre a Lei. 10.973/04, que estabelece medidas de incentivo à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no que tange ao ambiente produtivo. Sendo assim, o marco legal é constituído pela Lei nº 10.973/04, com as alterações sancionadas pela Lei nº 13.243/16 (PEREIRA, 2016).

É importante que se indique as alterações que o Marco Legal de Ciência, Tecnologia e Inovação trouxe ao Sistema de CT&I brasileiro, principalmente a Lei de Inovação, e ainda como a Emenda Constitucional do qual precede a Lei 13.243/16 o MLCT&I alterou importantes preceitos constitucionais para que o MLCT&I fosse sancionado.

As alterações do Marco Legal na Lei de Inovação nº 10.973/04

Segundo Nazareno a Lei de Inovação (LI), aprovada originalmente em 2004 e emendada em 2010, foi totalmente reescrita pelo MLCT&I de modo que incorporou três eixos. Anteriormente ao Marco Legal, permitia-se o estabelecimento de convênios apenas com empresas nacionais para o desenvolvimento de produtos. Com a alteração, são autorizados os instrumentos com empresas estrangeiras e também para a geração de serviços, conforme previsto no Art. 3º da referida lei:

Art. 3º: A União, os Estados, o Distrito Federal, os Municípios e as respectivas agências de fomento poderão estimular e apoiar a constituição de alianças estratégicas e o desenvolvimento de projetos de cooperação envolvendo empresas, ICTs e entidades privadas sem fins lucrativos voltados para atividades de pesquisa e desenvolvimento, que objetivem a geração de produtos, processos e serviços inovadores e a transferência e a difusão de tecnologia. (Lei de Inovação nº 10.973/04)

Ainda, a nova redação do artigo 3º autoriza, nos três níveis da federação, federal, nacional e municipal, o apoio à inovação, inclusive por meio da cessão de imóveis e participação na criação e na gestão de parques tecnológicos e de incubadoras.

Dessa forma, atraindo centros de pesquisas estrangeiras, conforme art. 3º C, bem como micro e pequenas empresas, conforme art. 3º D, que preceitua: “A União, os Estados, o Distrito Federal, os Municípios e as respectivas agências de fomento manterão programas específicos para as microempresas e para as empresas de pequeno porte”, e, ainda, pela participação minoritária no capital social de empresas de inovação, art. 5º, que por sua vez estabelece:

Art. 5º São a União e os demais entes federativos e suas entidades autorizados, nos termos de regulamento, a participar minoritariamente do capital social de empresas, com o propósito de desenvolver produtos ou processos inovadores que estejam de acordo com as diretrizes e prioridades definidas nas políticas de ciência, tecnologia, inovação e de desenvolvimento industrial de cada esfera de governo. (Lei de Inovação nº 10.973/04)

Originalmente, conforme a Lei de Inovação, o compartilhamento de instalações somente poderia se dar mediante remuneração, com micro e pequenas empresas, empresas nacionais ou sem fins de lucro. Com a modificação, permite-se o compartilhamento de instalações sem necessidade de contrapartida financeira e com qualquer tipo de empresa, preceituado no art. 4º do MLCT&I.

Na lei anterior, quando a ICT transferia tecnologia, essa devia ser explorada pela empresa escolhida. A nova redação, conforme art. 6º permite que a exploração de tecnologia seja feita, também, em parceria entre empresa e ICT, esta não perdendo a condição de entidade sem fins lucrativos. Ainda, anteriormente somente a ICT podia prestar serviços de ciência, tecnologia e inovação a empresas, no ambiente produtivo. Com o Marco Legal, é permitido também ao servidor o recebimento de rendimentos tributáveis pela prestação dos serviços, vedada a incorporação aos vencimentos, preceituado no art. 8º.

Na versão até então em vigência da Lei de Inovação, apenas servidores podiam receber bolsas de estímulo à inovação e as parcerias assinadas com empresas permitiam o licenciamento dos resultados pelos signatários. Com a nova redação, as bolsas de inovação podem ser outorgadas também a alunos e as parcerias devem assegurar o direito à exploração e à transferência de tecnologia, conforme art. 9º que define: “É facultado à ICT celebrar acordos de parceria com instituições públicas e privadas para realização de atividades conjuntas de pesquisa científica e tecnológica e de desenvolvimento de tecnologia, produto, serviço ou processo”. Dessa forma, foi incluída uma nova modalidade de transferência de recursos diretamente a pesquisadores.

A versão original, trazia que a ICT podia ceder os direitos ao criador de inovação, a título não oneroso. A atualização o art. 11 permite a cessão dos direitos de criação a terceiros, mediante remuneração. Sendo incluído, conforme art. 13 no § 4º, o prazo máximo de 1 (um) ano para o repasse ao criador dos ganhos econômicos resultantes de contratos de transferência de tecnologia e de licenciamento.

Anteriormente ao Marco Legal o pesquisador afastado perdia gratificações específicas de exercício de magistério quando afastado em outra ICT, caso não mantivesse atividade docente. Com a alteração, a gratificação fica mantida, a critério da administração, situação preceituada no art. 14 A:

Art. 14 A: O pesquisador público em regime de dedicação exclusiva, inclusive aquele enquadrado em plano de carreiras e cargos de magistério, poderá exercer atividade remunerada de pesquisa, desenvolvimento e inovação em ICT ou em empresa e participar da execução de projeto aprovado ou custeado com recursos previstos nesta Lei, desde que observada a conveniência do órgão de origem e assegurada a continuidade de suas atividades de ensino ou pesquisa nesse órgão, a depender de sua respectiva natureza. (Lei de Inovação nº 10.973/04)

Ademais, o pesquisador, mesmo em dedicação exclusiva, poderá exercer atividade remunerada em outra ICT ou empresa para a execução de atividades de ciência, tecnologia e inovação, a critério da administração de origem.

Ainda na Lei de Inovação, para gerir as atividades de inovação dos institutos de pesquisa, deviam ser instituídos Núcleo de Inovação Tecnológica (NIT) internos aos órgãos. De acordo com a Lei nº 13.243/16 em seu artigo 16, os NIT's podem ser entidades sem fins lucrativos, independentes das ICT.

O MLCT&I permitiu-se, conforme art. 18, que fundação de apoio (de empresa pública ou privada), com registro no MCTI, faça a captação, a gestão e a aplicação das receitas próprias geradas pela ICT.

A nova redação no art. 19, descentraliza o estímulo à inovação nas empresas, permitindo que Estados e Municípios também incentivem projetos de ciência, tecnologia e inovação. Dessa forma, foram definidos no art. 10 mecanismos de incentivo, como subvenções, isenções e participações, a serem utilizados nas mais diversas atividades, incluindo apoio financeiro, implantação de parques, cooperação e internacionalização de empresas.

No art. 20 é incluída a possibilidade de contratação de ICT e de entidade sem fins lucrativos pela Administração para solução de problema técnico específico e seus resultados poderão ser adquiridos da entidade desenvolvedora por dispensa de licitação.

Ainda, foi permitida a concessão de bolsas de inovação pelos demais entes da federação, conforme art. 21-A.

Com relação a inventores independentes, foi incluída a possibilidade à Administração e ao sistema de ICT assistir ao inventor em análises e orientações, visando a transformação de patentes em produto de mercado, conforme o artigo 22-A: “A União, os Estados, o Distrito Federal, os Municípios, as agências de fomento e as ICTs públicas poderão apoiar o inventor independente que comprovar o depósito de patente de sua criação”.

O MLCT&I, conforme a redação do artigo 26 A, engloba também as ICTs públicas que exerçam atividades de produção e oferta de bens e serviços. A nova redação, nos arts. 27 e 27 A, inclui, entre as diretrizes de priorização, o atendimento diferenciado a microempresas e empresas de pequeno porte de maneira geral, a simplificação da burocracia no ambiente de CTI e a promoção de tecnologias sociais e da extensão tecnológica (NAZARENO, 2016).

Conclusão

Os processos de CT&I e de P&D constituem a base de diversos segmentos econômicos na atualidade, mesmo aqueles que não são tidos como tecnológicos.

As alterações promovidas pela Lei nº 13.243/16 visam agilizar os processos de transferência tecnológica e potencializar a pesquisa de base para que seus resultados possam ser transferidos ao setor produtivo e, com isso, gerar ganhos econômicos e sociais.

Como impacto significativo no Sistema de CT&I do Brasil, o MLCT&I permite que ocorra compartilhamento de estrutura física e capital intelectual entre empresas e pessoas físicas na atividade de pesquisa e desenvolvimento tecnológico. Permite também que a ICT celebre acordos e parcerias com instituições públicas e privadas. Neste caso, a propriedade intelectual poderá ser cedida à iniciativa privada, de forma totalitária mediante pagamento ou compensação não financeira. Fica claro aqui, que o bem público produzido com recursos públicos seja transferido para uso particular.

Ainda, ressalta-se que o Marco Legal de CT&I estabelece as parcerias não só com empresas nacionais, como internacionais, reafirmando aqui a dependência tecnológica e científica do país.

As hipóteses privatistas que o MLCT&I abrange, é justificado pela busca da aproximação das universidades e instituições públicas de pesquisa para o mercado. Desenvolvendo assim o empreendedorismo acadêmico. Ainda define o professor/pesquisador em agente captador de recursos em torno de editais, defesa da venda dos produtos e serviços desenvolvidos nas Instituições de Ciência e Tecnologia e demais instituições públicas de pesquisa.

Referências

ANDES-SN. Grupo de Trabalho Política Educacional. MLCT&I flexibiliza dedicação exclusiva e conceito de pesquisa. *Uma análise do ANDES-SN das principais iniciativas do da Ementa Constitucional nº 85/15*.

MATIAS-PEREIRA, José; KRUGLIANSKAS, Isak. Gestão de inovação: a lei de inovação tecnológica como ferramenta de apoio às políticas industrial e tecnológica do Brasil. *RAE electron*. [online]. 2005, vol.4, n.2.

NAZARENO, Claudio. *As mudanças promovidas pela Lei nº 13.243, de 11 de janeiro de 2016 (novo marco legal de ciência, tecnologia e inovação) e seus impactos no setor*. 2016.

PEREIRA, Reginaldo. *O Desenvolvimento Sustentável no âmbito do marco legal de Ciência e Tecnologia no Brasil*. Revista Jurídica da FA7, v.12, n. 2, 2016.

RAUEN, C. V. O novo marco legal de inovação no Brasil: o que muda na relação ICT Empresa? *Revista Radar: Tecnologia, produção e comércio exterior*, n. 43, Brasília, fev. 2016.

SALERNO, M.; DAHER, Talita. *Política industrial, tecnológica e de comércio exterior do governo federal (PITCE): balanço e perspectivas*. Brasília: Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial, 2006.

SICSÚ, Abraham Benzaquen; SILVEIRA, Mariana. *Avanços e retrocessos no marco legal da ciência, tecnologia e inovação: mudanças necessárias*. Ciência e Cultura, 2016.

À LUZ DO MANUAL DE INSTRUÇÕES: VIABILIDADE DA PRECAUÇÃO?

Patrícia Jung^{*}

Arlene Renk^{**}

Introdução

Embora não seja um instituto recente na ordem mundial, o princípio da precaução permanece permeado de controvérsias, estando longe de se alcançar um ponto final na temática. Continua-se a propagar uma confusão conceitual decorrente da suposta amplitude e pouca operatividade, implicando na recepção de forma heterogênea nos ordenamentos internos de cada país. Questões que na prática jurídica são evidenciadas pela reiterada confusão entre prevenção e precaução ora como sinônimos, ora como complementares, ora como inaplicáveis.

À parte das várias críticas acerca deste princípio, como aquelas apontadas por Gomes (2007) e mais incisivamente por Susteim (2012), cabe ponderar que já estamos diante um instituto jurídico que vem tomando corpo acadêmica, doutrinaria e jurisprudencialmente, em sendo assim, ao invés de continuar a digladiar, propomos avaliar por quais vias caminhar de modo mais seguro. Uma dessas vias, é apresentada por Aragão (2008), a qual incorporará a análise do presente artigo.

Tal análise é importante em razão de, assim como elucidado por Gomes (2007), bem como por Pardo (2015), impor-se ao direito a necessidade de tomar as rédeas das situações a qual é chamado a resolver, pacificar e regulamentar, ainda que estranhas a ele, a fim de que sejam

^{*} Mestranda do PPGD da UNOCHAPECÓ. Bolsista FAPESC/CAPES do Grupo de Pesquisa Direito, Democracia e Participação Cidadã (UNOCHAPECÓ).

^{**} Doutora em Antropologia Social (UFRJ). Professora do PPGD e do PPGCA da UNOCHAPECÓ. Pesquisadora do Grupo de Pesquisa Direito, Democracia e Participação Cidadã (UNOCHAPECÓ).

¹ Sua origem remonta do Direito Alemão ainda em 1970 (GOMES, 2007; BERGER FILHO, 2016).

estabelecidos parâmetros à decisão efetiva, sem necessidade de se render a outras áreas especializadas nas questões em apreço, em especial a técnica.

Feitas as considerações iniciais sobre como a precaução se distingue da prevenção, segue-se para a análise de como a precaução se reveste em uma questão de governança, para enfim compreender quais as soluções que Aragão (2008) apresenta em seu “Manual de Instruções” para a precaução.

Da dicotomia prevenção *versus* precaução

Prevenção e precaução se distinguem de acordo com Aragão (2008, p. 17) “(...) tanto pelas condições de aplicação, como pela natureza das medidas evitatórias que promovem”. O princípio da precaução é chamado a atuar em situações de riscos e incertezas científicas, destinando-se a eliminar riscos hipotéticos ou potenciais; enquanto isso, a prevenção destina-se ao perigo concreto e comprovado pela certeza científica (ARAGÃO, 2008).

Conforme explica Gomes (2007, p. 151), enquanto “(...) o risco é um perigo pressentido, mas não comprovado; o perigo é um risco de altíssima probabilidade”, de outra forma, pode-se dizer que a precaução administra a incerteza e a prevenção vem a gerir um risco identificado, comprovado (BERGER FILHO, 2016). Denota-se que o limite entre ambos reside na previsibilidade, cuja qual, é obstaculizada pela finitude do conhecimento humano.

Registre-se: incerteza que nasce na ciência e que desemboca no Direito como um problema jurídico a ser mediado.

Portanto, de um lado a prevenção se releva em medidas reativas evitando um dano certo; e de outro, a precaução se traduz em ações proativas e preventivas em relação a um possível dano, evitando o “*laissez faire*” diante da incerteza. Isto significa que a partir da precaução encaminha-se para um período de transição de uma regulação preventiva, fundada na exigência de provas científicas para a posterior regulação de um produto ou atividade; para uma regulação precaucional que exige a regulação de riscos hipotéticos, evitando que as divergências científicas sejam empregadas como escusa para inação (ARAGÃO, 2008).

Para Gomes (2007, 169), se configuraria como uma “margem de segurança suplementar à prevenção”. E ainda, ao contrário da prevenção, para invocar a precaução não se faz necessário provar a existência de um

risco concreto ou um perigo, mas demonstrar a incerteza científica sobre as ameaças e danos sérios e irreversíveis (BERGER FILHO, 2016).

A imprevisibilidade inerente à precaução e a consequente relação com o risco, reside em: a) verificar a ocorrência de fenômeno indesejável; b) se ocorrer o fenômeno, em que momento ele ocorrerá; e nesta hipótese, c) quais os desencadeamentos desse fenômeno (ARAGÃO, 2008). Em outras vias, pode-se articular que a precaução “(...) consiste em ponderar um risco mal definido, mal conhecido ou conhecido, mas difícil de quantificar” (GOMES, 2007, p. 169). São situações de “indeterminação, ambiguidade ou ignorância” (BERGER FILHO, 2016). Por isso, quando se trata da precaução entra em jogo a probabilidade de ocorrência de determinado evento e o seu correspondente potencial lesivo.

Na prática, como assinala Gomes, um dos maiores problemas relacionados à precaução se encontra na interpretação do alcance deste, e assim explica:

(...) se ficar aquém do limiar de previsibilidade, as autoridades estarão a demitir-se do exercício da sua função de prevenção de danos ambientais; se for além do humanamente previsível (por recurso aos melhores dados científicos), podem ver-lhes assacada a acusação de invasão do reduto ineliminável de liberdade (de iniciativa económica, de investigação científica). (GOMES, 2007, p. 173)

Não obstante, o problema se reveste em compreender qual o limiar máximo de probabilidade de ocorrência de uma atividade que provoque efeitos lesivos para que a prevenção seja chamada a atuar, e a partir de qual patamar mínimo seria possível limitar para que a precaução incorra sobre o caso. Nesse sentido, o cuidado a se tomar estará relacionado a não tornar a insegurança do risco um meio para posicionar a segurança ambiental e sanitária acima de qualquer outro objetivo. A fim de que não seja justificação para paralisia, a insegurança é mais um fator a ser gerido do que eliminado, evitando-se que em um Estado de Direito democrático seja invocado o *in dubio pro securitate* em detrimento do *in dubio pro libertate*. Como tal, o risco deve ser mediado por critérios de racionalidade, os quais se procura trazer à tona no presente artigo (GOMES, 2007).

Ressalva Berger Filho (2015) que o *in dubio pro* ambiente presente na precaução não é absoluto, sua aplicação é mediada pelos demais princípios e regras, assim como pelo próprio caso concreto. Isto é, são decisões fundadas na prudência. Por isso da necessidade de discutir questões de

governança, para que se adentre na análise dos critérios que norteiam sua aplicação.

No contrassenso do posicionamento majoritário sobre o princípio da precaução, Aragão (2008) defende não se tratar de um princípio do medo, paralisante, irracional ou ainda que cause insegurança jurídica e bloqueio do desenvolvimento científico; mas sim, um princípio racional orientado pela “responsabilidade pelo futuro”, tratar-se-ia da garantia de um Plano B, diante da falha do Plano A.

A fim de ilustrar esse cenário, cabe recorrer a Michel Serres quando destaca a importância de firmar um Contrato Natural; analogia, que se transpõe para a precaução:

Se considerarmos as nossas ações inocentes e ganharmos, não ganharemos nada, a história avançará como sempre; mas se perdermos, perdemos tudo, sem estarmos preparados para qualquer possível catástrofe. Mas se, ao invés, escolhermos a nossa responsabilidade: se perdermos, não perderemos nada, mas se ganharmos, ganharemos tudo, continuando como agentes da história. Nada ou perda de um lado, ganho ou nada do outro: isso elimina toda a dúvida. (SERRES, 1990, p. 17)

Destarte, revelar-se-ia como um símbolo de justiça sincrônica e diacrônica, vez que a base da responsabilidade da precaução é a antecipação, sendo fundada em riscos sérios e voltada para as atuais e futuras gerações (ARAGÃO, 2008).

É nesse sentido que se incorre na necessidade de que, através da precaução, a incerteza deixe de ser uma fatalidade e adentre no campo da ponderação decisória, conforme Gomes (2007) já assinalava.

O progresso científico, ao mesmo tempo em que traz certezas sobre algumas questões também, multiplica as incertezas sobre tantas outras. E assim, o que antes era uma certeza, em razão do progresso da técnica pode se tornar incerteza novamente. Apesar dessa volatilidade, a ciência ainda é detentora majoritária da arena de tomada de decisões. Logo, a decisão acaba sendo resultado de uma análise técnica sobre o problema, como se a ciência tivesse o privilégio de diferenciar-se de todas as outras formas de conhecimento socialmente construídos. Portanto, a soberania da ciência deve ser vista com parcimônia, sobretudo, pelos interesses econômicos e políticos submersos nessa lógica (BERGER FILHO, 2016).

Embora Pardo (2015) acredite que através da precaução se reitere a entrega do direito à técnica, situando-a acima daquele, entendemos que na presente abordagem viabilizamos o oposto.

O direito deve prevalecer por seus próprios meios, e em nome disso, assim leciona Pardo:

O direito deve por isso recuperar, e adaptar no seu caso, seus modos e caminhos de decisão em situações de incerteza como fizeram os juristas romanos que eram bem conscientes que sua missão não era lidar com a verdade objetiva, científica, mas sim resolver problemas que surgiam na sociedade e entre as pessoas. Modos e caminhos de decisão que estão mais próximos ao relato literário com suas ficções e certezas construídas, que aos métodos científicos que com frequência conduzem a resultados incertos e controvertidos na própria comunidade científica. (PARDO, 2015, p. 7)

Questões de gestão e governança?

A governança inicialmente era sinônimo de governo, contudo hoje são conceitos distintos, conforme explica Berger Filho (2016), governo é instituição e governança é processo. Governança se revela como um processo de integração e coordenação de diferentes atores, com a finalidade de discutir coletivamente e atingir objetivos em um ambiente fragmentado e incerto. Contudo, ainda não se avançou em uma teoria geral da governança, e por conta disso existem algumas contradições e impressões (KJAER, 2010).

A sociedade, nacional ou mesmo mundial, se caracteriza pela multiplicidade de ordens normativas, que inclusive podem ser rivalizantes e sobrepostas. Neste diapasão, Kjaer (2010, p. 156, tradução livre) entende que “as estruturas de governança são terra de ninguém, onde as ordens normativas colidem e as batalhas de delimitação destas ordens são levadas a cabo”, traduz-se assim a governança como uma arena de conflitos, onde se visa a administração conjunta de parâmetros para diferentes atores, gerando consensos operativos. Por isso podemos determinar que a governança acaba se preocupando com questões como: quais são as estruturas, atores envolvidos? Qual a função deles? Qual o conflito existente? Qual a hierarquia existente? Como compatibilizá-los e torná-los coerentes?

No âmbito da precaução, adentramos na Governança de riscos, que de acordo com Berger Filho (2016) envolve a tomada de decisões em

relação ao risco, assumindo como base os âmbitos em que o risco é avaliado (legal, institucional, social e econômico) e de como os atores interessados se inserem nessa seara. Não obstante, envolve compreender como essa rede de atores e contextos refletem na gestão do risco, e nas consequentes decisões tomadas sobre ele.

Em âmbito nacional, a governança envolve a definição de estruturas e processos para que coletivamente, atores governamentais e não governamentais, tomem decisões. Já no plano global, reflete uma organização horizontal entre atores estatais e não estatais, que resultam em decisões coletivas, sem uma autoridade superior (BERGER FILHO, 2016).

Apoiando-se em Aven e Renn, Berger Filho (2016) explica que operacionalizar a governança, compreende a avaliação de riscos, a gestão dos riscos e a comunicação de riscos. O primeiro designa, na maioria das vezes em termos quantitativos, a intensidade e probabilidade de ocorrência de eventos indesejáveis, geralmente avaliados na seara científica. O segundo, envolve a partir do primeiro estabelecer as medidas apropriadas, a fim de reduzir, evitar ou alterar a perspectiva dos efeitos indesejáveis constatados, o que ocorre através de julgamentos de tolerabilidade e aceitabilidade do risco. O último é essencial para que o público faça escolhas informadas.

Nesse sentido, temos como elemento da governança a formação de redes, a fim de que nessa trama incorra-se em acoplamentos, e a construção de padrões comuns aceitos por diferentes estruturas. Conforme pondera Kjaer (2010, p. 169, tradução livre) “trata-se de uma convergência de expectativas entre os atores envolvidos sobre a base de princípios, normas e regras que constituem uma ‘ordem superior’”. Logicamente, acaba se constituindo horizontal e não verticalmente, sendo um processo de descentralização decisória.

Apesar da estrutura horizontal formada pela Governança, cada ator tende, internamente a estruturar-se verticalmente, assim como preconizado na Teoria Burocrática de Weber, “e sendo assim a capacidade de impor sanções negativas, segue sendo reflexo da configuração interna dessas organizações” (KJAER, 2010, p. 178, tradução livre). A gestão ainda continua a predominar no modo como são tomadas as decisões. Ou seja, as decisões são adotadas no nível mais baixo para impactar no nível mais elevado da governança, quando o oposto deveria imperar.

A gestão, por sua vez, acaba sendo uma consequência da governança, trata-se de uma construção vertical a partir dos pressupostos estabelecidos horizontalmente na governança. Envolve, portanto a implementação e execução dos objetivos estabelecidos no âmbito da governança, orientando-se por questões como: o que deve ser feito? Como deve ser feito? Em que momento deve ser feito? E que por sua vez são guiadas pelos padrões de governança.

Alguns dos instrumentos pelos quais se concretiza a gestão no ordenamento jurídico brasileiro são: os legais previstos: licenciamento ambiental; estudo de impacto ambiental; zoneamento ambiental; desenvolvimento obrigatório de testes e procedimentos de notificação prévios a colocação de novos produtos no mercado; estabelecimento legal de valores limite para as emissões poluentes, proibição da atividade ou de lançamento de produto; embargos; notificações; monitorização; obrigações de registro; financiamento de ações de investigação, ou informação ao público; imposição de uma “margem de segurança”; imposição do uso da “melhor tecnologia disponível”.

Gestão sem governança, significa desagregação dos atores e atuação descoordenada, pois cada um irá gerir, no presente caso a precaução, de uma forma, perseguindo objetivos distintos. No entendimento de Kjaer.

(...) diante da ausência de amparos legais capazes de assegurar a estabilização de orientação simétrica e interação mútua entre as dimensões funcionalmente delimitadas o resultado tende a ser a clausura cognitiva, onde os processos de governança se tornam unilaterais e disfuncionais. (KJAER, 2010, p. 174-175; tradução livre)

Por isso, o maior desafio para as organizações do Estado moderno, de acordo com o autor, se encontra justamente em construir essas pontes de coerência externa, mantendo a coerência interna.

Do exposto, constata-se que a prevenção, acaba se traduzindo apenas como um mecanismo de gestão, vez que já existe o entendimento de que diante da certeza científica do dano ele deve ser evitado, não é uma questão de maiores controversas. O problema reside justamente na precaução pelas incertezas, por isso a necessidade da construção participativa regional, nacional, global dos parâmetros aceitáveis. E por isso da necessidade de adentrar na governança e enfim adentrar na análise da proposta de Aragão (2008). No entanto, a transição da regulação preventiva para a regulação precaucional, exige que sejam bem definidos os pressupostos de intervenção do Estado e demais atores.

Finalmente, de acordo com Berger Filho (2016, p. 405), o Direito, já sob a ótica da governança, vem se configurando de forma mais horizontal e menos hierárquica, de modo que “as figuras clássicas do legislador racional, do ‘juiz boca da lei’, passam a ser substituídas por uma rede, da qual estes fazem parte, mas que envolvem múltiplos atores que contribuem para a formação e aplicação do Direito”. Neste caso, o direito retoma ainda que parcialmente, o que Pardo (2015) apontava como sendo necessário para a volta de independência do Direito: seu caráter literário.

Manual de instruções²

Importa esclarecer que já existem outros modelos que estabelecem critérios para aplicação do princípio da precaução como aquele traçado por Gomes (2007) e pela “Comunicação da Comissão Europeia relativa ao princípio da precaução” de 2000 (BERGER FILHO, 2016); contudo, entendemos pertinente a análise da proposta de Aragão (2008) pela viabilização tanto da governança como da gestão no mesmo modelo.

Compreende a autora que precisam ser clarificadas as condições de emprego do princípio da precaução, e como um “manual de instruções”, um “vide bula”, que ela analisa em um primeiro momento: a) os pressupostos de aplicação, que entendemos se relevarem como instrumentos de Gestão; e sem seguida b) o processo de aplicação, que por sua vez, compreendemos encontrar-se relacionado à Governança sob a égide de padrões fundamentados nos princípios da eficácia, da participação, da coerência, da transparência.

² Sobre a escolha deste título, Aragão explica: “O título do presente estudo pretende ser uma referência à inspiradora obra de Buckminster Fuller em 1969, Manual de Instruções para a Nave Espacial Terra, na qual o autor imagina o nosso planeta como um satélite artificial: ‘A Nave Espacial Terra foi tão extraordinariamente bem inventada e concebida que, tanto quanto sabemos, os humanos estiveram a bordo dela durante dois milhões de anos sem nunca se terem apercebido de que se encontravam a bordo de uma nave espacial (...) A propositada omissão do livro de instruções sobre como operar e conservar a Nave Espacial Terra e os seus complexos sistemas regeneradores e de apoio à vida, forçou o homem a descobrir, retrospectivamente, quais eram exactamente as suas aptidões prospectivas mais importantes’. (Manual de Instruções para a Nave Espacial Terra, Porto, Via Óptima, 1998, p. 29-31). Ora, tal como o planeta Terra, o princípio da precaução também veio sem “manual de instruções” (ARAGÃO, 2008, p. 9).

Visa-se assim estabelecer termos de operatividade do princípio da precaução, e evitar assim, o que Aragão (2008, p. 13) denomina de “paralise pela análise”, empregando-o como uma desculpa para não agir, ao invés de visar à regulação dos riscos hipotéticos.

Sabendo que os pressupostos fundamentais de aplicação do princípio da precaução são a existência de riscos ambientais e a incerteza científica quanto aos riscos, vamos analisá-los sucessivamente.

Pressupostos de aplicação

Os pressupostos de aplicação envolvem a análise de riscos ambientais e a incerteza científica quanto a esses riscos.

De acordo com a autora, a precaução vem a regular os “novos riscos” ambientais, que são assim caracterizados em função de serem globais, retardados e irreversíveis.

Globais, pela amplitude que alcançam, podendo afetar vastas regiões do planeta. Retardados, pois se desenvolvem lentamente, podendo levar gerações para se materializarem os efeitos danosos, que por seu crescimento exponencial pode se revelar catastrófico.

Irreversíveis, no caso de concretizarem serão permanentes as consequências, ou ao menos tão longas que diante da escala humana podem ser consideradas irreversíveis. Neste ponto, há duas questões a serem avaliadas: a) não se concentrar na reversibilidade do risco, mas qual o custo para tanto; b) entender que há um ponto em que a irreversibilidade é incontestável, e tal limite não poderia ser ultrapassado. Contudo, internacionalmente se reconhece que dentre as exigências para atuação do princípio da precaução para comprovação do potencial do dano, basta ser verificada a gravidade ou a irreversibilidade. “Assim, para aplicação do princípio da precaução, basta que o risco seja grave, mesmo que não seja irreversível; ou que seja irreversível, mesmo que não seja muito grave. Nunca apenas um dano incerto” (ARAGÃO, 2008, p. 17).

Nesse sentido, para convocar a precaução, questiona a autora, o quão grave deve ser um risco?

Para definir a gravidade que seria relevante para invocá-la, traça uma análise baseada na Diretiva do Conselho das Comunidades Europeias de 27 de Junho de 1985, nº 85/337/CEE³, relativa à avaliação dos efeitos de determinados projetos públicos e privados sobre o ambiente.

Sobre os critérios de análise, a autora os considera aplicáveis tanto em relação aos riscos antrópicos, quanto aos riscos naturais e mistos, tais critérios são: características dos projetos, critérios ligados à localização e critérios relativos aos impactos ambientais dos projetos.

As características do projeto definem se ele será ou não submetido à Avaliação de Impacto Ambiental (AIA). A localização, em uma espécie de zoneamento, classifica as áreas em sensíveis (condições de afetação do local e a capacidade de regeneração), ultrasensíveis (que são ameaçados de extinção) e humanamente sensíveis (alta densidade demográfica e de importante valor histórico, cultural ou arqueológico). A implantação de projeto nessas áreas já justificaria o recurso à precaução. E os impactos ambientais são medidos em termos de: avaliação da extensão (dimensão geográfica e populacional afetada), da magnitude (intensidade do impacto e profundidade da afetação dos valores protegidos), da complexidade (existência de interações prejudiciais, “efeito dominó”), da probabilidade (ponderação qualitativa e quantitativa), da duração (Impactos temporários ou permanentes em relação a danos temporários e permanentes), da frequência (repetição do impacto ao longo do tempo e sua relação com o aprendizado pela experiência), da reversibilidade (incitada pela via natural ou humana) e da natureza transfronteiriça (reconhecimento da responsabilidade do Estado pelas atividades desenvolvidas no seu território).

O segundo pressuposto, que envolve a existência de uma incerteza científica, dentro da abordagem precaucional, conseqüentemente está relacionada à construção de cenários. São vários os motivos pelos quais ainda pairam incertezas sobre as causas, os efeitos ou ainda os nexos de causalidade, como consequência pela falibilidade das ciências “duras” em responder a essas incertezas, cabe as ciências “moles”, como o Direito, tomar decisões “duras”, vez que exigem decisões de “sim ou não” sem qualquer base científica sólida.

³ Em Portugal, país sob análise da autora, foi incorporado pelo Decreto-lei n.º 69/2000, de 3 de maio.

Para decidir com prudência e bom senso, e, ainda, considerando que não existe risco zero, vem sendo ampliados os meios para “controlar o futuro” e combater as incertezas, recorrendo-se mais frequentemente a dados estatísticos, a planejamentos setoriais plurianuais e avaliação ambiental. Apesar disso, para a autora, a melhor forma de garantir isso é através do respeito ao princípio da proporcionalidade, de modo que a decisão seja reflexo da “(...) gravidade proporcional ao risco e à inaceitabilidade social do risco”. Tais decisões, em função da incerteza ser temporária a maior parte das vezes, acabam sendo de caráter provisório, incorrendo-se na necessidade de serem revistas periodicamente, abrindo espaço para procedimentos “(...) flexíveis, participativos e iterativos” (ARAGÃO, 2008, p. 29).

Processo de aplicação

Definido quando se recorre ao princípio da precaução no caso concreto, cabe compreender o processo de aplicação através de questões de governança que vem ao fim a subsidiar os pressupostos de aplicação.

Para tanto, são considerados três momentos nesse processo. No primeiro há a ponderação de vantagens e inconvenientes. Pondera a autora que todos os empreendimentos que envolvem grandes riscos também apresentam uma segunda faceta de vantagens econômicas, sociais e inclusive ambientais, colocando os decisores em um “dilema paralisante”. A problemática desse cenário se concentra, sobretudo, no fato de “as vantagens estarem concentradas num local geográfico determinado e num momento temporal, que é a atualidade, enquanto os inconvenientes são geograficamente difusos e reportam-se a um momento futuro” (ARAGÃO, 2008, p. 38). Uma concepção que se distancia da ponderação custo-benefício, de viés economicista, e se aproxima da justiça intrageracional e intergeracional. Para a autora, considerando os padrões de governança europeus, essa ponderação deve ser decorrente de um processo “pluridisciplinar, contraditório, independente e transparente” (ARAGÃO, 2008, p. 32), como já ocorre com a AIA.

No segundo, há a construção social do risco e o nível adequado de proteção. Embora abordar o risco juridicamente não seja novo, atual acaba sendo a evolução desses riscos e a maior percepção dos mesmos e do quanto são admissíveis e toleráveis. Assim incorreu-se ao longo do tempo em uma diminuição do espaço para as “fatalidades” dos riscos, havendo maiores exigências sociais quanto ao seu tratamento.

Desta feita, para a ponderação das vantagens e inconvenientes cabe agregá-la aos níveis socialmente adequados para proteção, o que por sua vez, implica em ampliar a participação pública, envolvendo todas as partes interessadas e afetadas de modo amplo e precoce. Destarte, a opinião “leiga” passa a galgar protagonismo. Neste mesmo sentido, Berger Filho (2016), defende que para o alcance efetivo da governança, as decisões não sejam tomadas de portas fechadas, submetidas à guarda dos especialistas, exigindo-se transparência nos processos.

A percepção social do risco é uma ponderação subjetiva, e como tal está sujeita a elementos agravantes (que vem a amplificar a percepção dos efeitos sobre riscos pouco graves ou prováveis) e atenuantes (que condicionam a aceitação de riscos muito graves e prováveis) de ordem qualitativa para a avaliação do risco, e que ainda serão condicionadas por aspectos subjetivos do indivíduo (preconceitos, preferências, etc.).

Não obstante, para se chegar ao nível adequado de proteção que conceba a participação e incorpore assim a percepção social do risco de forma adequada, cabe avaliar os limites para aceitação deste último, pois “pode acontecer que um risco elevado seja, mesmo assim, socialmente aceitável. E, o que também é frequente, pode acontecer o inverso – o risco ser baixo mas, mesmo assim, ser socialmente inaceitável” (ARAGÃO, 2008, p. 41). Portanto, a decisão do nível adequado de proteção reflete uma decisão ética e política, que incorpora as ponderações da comunidade científica, a tolerabilidade dos cidadãos e a aceitabilidade dos poderes políticos.

No último incorre-se na escolha das medidas precaucionais serem tomadas com base no cenário construído pelos momentos anteriores. Este aspecto na governança, reflete a função de pacificação social, e são caracterizadas por serem: a) urgentes, naquelas em que há a iminência do dano justificam a tomada de ações; b) provisórias, que pela necessidade de revisão periódica em decorrência dos avanços do conhecimento nos setores acabam possuindo um curto “prazo de validade”; se subdivide naquelas autorizativas que impõe restrições à espera de produção de conhecimentos mais precisos, e aquelas proibitivas, que incubem ao interessado o ônus da investigação científica para a concessão de autorização; quando a incerteza científica for dissipada, passa então a ser matéria da prevenção tornando-se uma decisão definitiva, e afastando-se a precaução; e c) proporcionais, à medida que ao mesmo tempo ponderam entre às vantagens e inconvenientes e atendem aos níveis de proteção considerados adequados pelo poder público.

Essas medidas precaucionais podem ser uma proibição de autorização, o dever de informação, moratórias, exigências de garantias, dever de registro, dever de monitoração, entre outros.

Da aplicação das medidas precaucionais, dentro da governança proposta, possibilita-se a maior conscientização social do risco, o que implica que, de um lado, que a sociedade esteja melhor preparada no caso do risco se concretizar, inclusive minorando a repercussão dos efeitos, e de outro, eleva o bem-estar social pelo aumento da confiança.

Dentro dos limites expostos que a autora acredita oferecer uma resposta adequada para a aplicação do princípio da precaução de forma realista, prudente e praticável.

Conclusão

Verifica-se na ordem atual a concentração nos pressupostos de gestão, e como consequência a aplicação ao caso concreto acaba sendo difusa e descoordenada nos diversos âmbitos públicos em que é empregada, corroborando para que se propague um discurso desfavorável a sua aplicação. Nesse sentido, estabelecer processos de governança é fundamentais para coordenar a aplicação do princípio, e enfim, retirá-lo da ambiguidade e inefetividade propalada jurídica e doutrinariamente.

O processo de governança é complexo, e exige articulação entre os atores interessados e, sobretudo, a abertura para participação. São meios que conforme se conjectura na realidade fática a implantação, precisam ser criados e apropriados por cada sociedade, vez que estando inserida na Comunidade Europeia, Aragoão volta-se para sua aplicação neste âmbito.

Nesse sentido, cabe apontar que o Manual de Instruções de Aragoão (2008) apresenta um mapa de como iniciar a lidar de forma adequada com precaução, contudo, cabe reconhecer que como tal, não apresenta ferramentas para sua viabilização prática na medida necessária. Portanto, como sugestão de estudos futuros propõe-se a conjugação com instrumentos para tomada de decisão em determinados ambientes, como a ferramenta *Control Banding*, já apresentado por Luís Renato Balbão Andrade (2013) no ambiente da nanotecnologia.

Na seara brasileira, ao concentrar-se no âmbito ambiental, em que predomina, mas não se restringe, a aplicação do princípio da precaução, essas questões tornam-se ainda mais proeminentes, considerando que os órgãos públicos são desarticulados em sua atuação, e inclusive sobrepõem-

se em suas competências. Realidade que implica em problemas graves de licenciamento e autorizações ambientais, que sequer observam o pacificado princípio da prevenção, e em que a Hidrelétrica de Barra Grande pode servir de caso emblemático dessas evidências.

Ademais, todo esse processo de gestão e governança, geralmente é designada a peritos, necessitando o Direito recorrer à técnica para tomada de decisão. Este artigo busca analisar uma possibilidade para a retoma do poder decisório pelo Direito, a fim de que estas questões reintegrem a órbita jurídica ao invés de voltarem a ser introduzidas na ordem científica. Demonstra-se assim, a possibilidade de firmar o princípio da precaução na ordem jurídica como princípio efetivo, sendo evidenciados caminhos para que tome uma forma, forme um protocolo, uma abertura inicial para decisão e regulamentação pelo próprio Direito.

Finalmente cabe lembrar que as decisões sobre o risco e a incerteza científica, sempre serão mais subjetivas do que objetivas, e a precaução como uma mediadora de interesses ambíguos sempre estará sujeita a tentativa de jogá-la para “escanteio”. Destarte, assim como Michel Serres (1990, p, 12) ao apreciar a obra “*Duelo a garrotazos*” de Francisco de Goya de 1823, perguntamo-nos “em que areias movediças nos atolamos em conjunto, adversários ativos e espectadores perigosos?”. Tanto em relação à aplicação do princípio da precaução, e mais ainda por sua não aplicação.

Referências

ANDRADE, Luís Renato Balbão. *Sistemática de ações de segurança e saúde no trabalho paralaoratórios de pesquisa com atividades de nanotecnologia*. 2013. 257 f. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

ARAGÃO, Alexandra. Princípio da precaução: manual de instruções. *Revista do Centro de Estudos de Direito do Ordenamento, do Urbanismo e do Ambiente*, Coimbra, nº 22, p. 9-57, 2008. Acesso em 5 out. 2016.

BERGER FILHO, Airton Guilherme. *A governança dos riscos das nanotecnologias e o princípio da precaução: um estudo a partir da teoria dialética da rede*. 2016. 438 f. Tese (Doutorado) – Curso de Programa de Pós-Graduação em Direito, Unidade Acadêmica de Pesquisa e Pós-graduação, Universidade do Vale do Rio dos Sinos- Unisinos, São Leopoldo, 2016.

GOMES, Carla Amado. *Risco e Modificação do Acto Autorizativo Concretizador de Deveres de Protecção do Ambiente*. 2007. 566 f. Tese (Doutorado) – Curso de Faculdade de Direito, Ciências Jurídico-políticas (Direito Administrativo), Universidade de Lisboa, Lisboa, 2007.

KJAER, Poul F. La metamorfosis de lasíntesis funcional: na perspectiva europeo-continental sobregovernance, derecho y lo político enelespaciointernacional. Tradução Francisco Mujica. *WisconsinLaw Review*, p. 489-533, 2010. Disponível em: <<http://www.academia.edu>>. Acesso em 16 out. 2016.

PARDO, José Esteve. *O desconcerto do Leviatã: política e direito perante as incertezas da ciência*. São Paulo: Inst. O Direito por um Planeta Verde, 2015. 3 v. (Direito ambiental para o século XXI)

SERRES. Michel. *O Contrato Natural*. Lisboa: Instituto Piaget, 1990.

SUSTEIN, Cass R. Para além do princípio da precaução. *Revista de Direito Administrativo*, Rio de Janeiro, v. 259, p. 11-71, abr. 2012. Trimestral. Disponível em: <<http://bibliotecadigital.fgv.br>>. Acesso em 05 out. 2016.

TERRITÓRIO E RISCO NOS MODELOS DE REGULAÇÃO DA NANOTECNOLOGIA EM ANTHONY GIDDENS

Caroline Cenci*
Reginaldo Pereira**

Introdução

O presente trabalho analisa a distribuição do risco nos territórios mercantis de produtos que sejam fabricados a partir da utilização da nanotecnologia. “Territórios” marcados pela ausência de marcos regulatórios que garantam a qualidade do meio ambiente e a segurança da saúde humana.

A nanotecnologia trouxe um debate de suma importância na atualidade, intensificando percepções sobre a inoperância dos sistemas normativos de proteção ao meio ambiente e à saúde humana. Tendo em vista que atualmente não há, em todo o planeta, nenhuma regulação eficaz que consiga oferecer respostas adequadas nos planos nacional e internacional.

Problemas ambientais como o aquecimento global, o buraco na camada de ozônio e a perda da biodiversidade, fizeram com que se pensasse mais sobre a proteção do meio ambiente, garantindo-o para gerações futuras, mas de igual forma, atualmente pode-se dizer que alguns riscos, como os apresentados pelos nanoprodutos, são transfronteiriços.

Além disso, o território passa a ter um novo e mais amplo sentido, ou seja, alguns elementos como políticos, econômicos e comerciais excedem o conceito de território.

* Bacharel em Direito (UNOCHAPECÓ). Bolsista (Artigo 170) do Grupo de Pesquisa Direito, Democracia e Participação Cidadã (UNOCHAPECÓ).

** Doutor em Direito (UFSC). Professor do PPGD (UNOCHAPECÓ). Líder do Grupo de Pesquisa Direito, Democracia e Participação Cidadã (UNOCHAPECÓ). Membro da RENANOSOMA.

Como acontece com os territórios mercantis, que com a influência da globalização, restou mundializado, em nome de interesses dos grandes agentes econômicos que atuam no atual campo econômico-financeiro. Deve-se sobrepor as dinâmicas da globalização, levadas a cabo por organizações transnacionais que, atuando de forma paralela ao sistema legal, intensificam, ainda mais, as trocas de produtos e mercadorias.

Os nanoproductos estão dentre essa lógica, em razão de um intenso fluxo de mercadorias produzidas a partir da nanotecnologia transitando, de forma legal e ilegal, pelos diversos mercados formais e informais, espalhados por todo o mundo.

Assim, realiza-se uma análise acerca dos modelos de regulação existentes e sua eficácia nas diversas rotas de comercialização, juntamente com análise dos riscos nestes territórios mercantis.

Risco e território em Anthony Giddens

As questões de risco e de território estão diretamente ligadas, pois como foi exposto, em se tratando de risco, não há fronteiras em sua distribuição, pois o risco pode atingir diversas localidades, em qualquer espaço e tempo.

Ao se tratar dessa relação, necessário é entender a questão do tempo-espaço na modernidade. “Devemos olhar com alguma profundidade como as instituições modernas tornaram-se “situadas” no tempo e no espaço para identificar alguns traços distintivos da modernidade” (GIDDENS, 1991, p. 23).

Um dos fatores da modernidade, o qual ativa sua propagação é a separação do tempo e do espaço, também há a questão nesse mesmo sentido sobre a maneira como as relações entre fronteiras necessitavam desta ligação entre tempo e espaço. Em razão da separação de tempo e espaço, observa-se um desencaixe nas relações sociais, atingindo essas relações sociais, sejam em sociedade ou individuais (GIDDENS, 1991, p. 25).

Com as novas tecnologias, a exemplo do relógio e calendários, o tempo foi uniformizado. Impulsionando, mesmo que não totalmente, a expansão da modernidade. Uma das questões incidentes era o caos nas regiões de fronteiras, em que o tempo era diferente (GIDDENS, 1991, p. 26).

Na pré-modernidade a relação, entre os indivíduos, na maioria das vezes era dominada por atividades localizadas. Assim, não havia uma

separação entre espaço e tempo. Já com a modernidade, quebra-se esse padrão, dividindo-se dessa forma, o espaço do tempo, aguçando as relações entre indivíduos, corporações ou estados que até então eram considerados localmente distantes. Em razão dessa modernidade, o local não é algo que dificulte as relações entre sociedades. “A separação entre o tempo e o espaço não deve ser vista como um desenvolvimento unilinear, no qual há reversões ou que é todo abrangente. Com todas as tendências de desenvolvimento, ela tem traços dialéticos” (GIDDENS, 1991, p. 27).

Em virtude da modernidade, observa-se um desencaixe, ou uma mudança entre as relações sociais juntamente com as interações entre indivíduos. Dessa forma, reestruturando o tempo e o espaço (GIDDENS, 1991, p. 29).

Atualmente, com tudo acontecendo ao mesmo tempo, a rápida comunicação traz mais segurança para a realização de transições, sejam elas comerciais ou não, assim o tempo não é mais problema nessa questão, pois ocorreu essa quebra de tempo e espaço.

“A imagem deslocada pelo desencaixe é mais apta a capturar os alinhamentos em mudança de tempo e espaço que são de importância fundamental para a mudança social em geral e para a natureza da modernidade em particular”. Com o advento do dinheiro a circulação de mercadorias, em razão da possível troca, tornou-se mais viável, e acabou se ampliando, novamente, não levando em consideração o espaço, portanto o dinheiro facilita a relação entre agentes (GIDDENS, 1991, p. 30).

Com toda a influência do dinheiro na modernidade, ele se tornou algo essencial na sociedade moderna. Sendo importante para que ocorra o desencaixe na sociedade. “Uma das formas mais características de desencaixe na era moderna, por exemplo, é a expansão dos mercados capitalistas” (GIDDENS, 1991, p. 33).

Observa-se que aliado à quebra entre tempo e espaço, também o uso do dinheiro alavanca a relação de comércio, sendo possível maior segurança na comercialização e trazendo mais confiança na relação.

O desencaixe e a divisão de tempo e espaço ocasionaram uma maior circulação de mercadorias. O dinheiro, como já visto, também tem importante papel nessa questão. No entanto, tudo isso dependerá de outro fator, a confiança. Portanto, observa-se outro fator da modernidade, a confiança que é totalmente necessária e está diretamente ligada ao desenvolvimento (GIDDENS, 1991, p. 34).

A confiança, alia-se ao risco, termo que é algo recente, da modernidade. “A noção se originou com a compreensão de que resultados inesperados podem ser uma consequência de nossas próprias atividades ou decisões, ao invés de exprimirem significados ocultos da natureza ou intenções infáveis da deidade” (GIDDENS, 1991, p. 38).

A separação entre o tempo e espaço está diretamente ligada à confiança, em razão das atividades serem desenvolvidas por diversas pessoas, em diversas partes do globo (GIDDENS, 1991, p. 40).

A confiança é necessária na modernidade em decorrência de dois fatores. O primeiro deles, guarda relação com a atividade humana, pois atualmente a sociedade desenvolve tecnologias, criadas pelo próprio ser humano, e isso pode vir a ocasionar riscos a toda a sociedade. O segundo fator é a mudança das sociedades (GIDDENS, 1991, p. 41).

Nesse contexto, observa-se uma relação entre risco e confiança. De certa forma, a confiança minimiza o risco, trazendo uma segurança às atividades que são desenvolvidas. “Há certas circunstâncias nas quais os padrões de risco são institucionalizados, no interior de estruturas abrangentes de confiança” (GIDDENS, 1991, p. 42).

O capitalismo e o industrialismo foram os precursores na instituição da modernidade. Isso porque, o capitalismo é a relação entre a produção de mercadorias e seu consumo. E o industrialismo é a utilização de matéria-prima para produção de bens (GIDDENS, 1991, p. 61).

O industrialismo não deixa de ser também uma forma de risco, pois, ao utilizar de matéria-prima, e em alguns casos, em que há apenas uma fonte de energia, poderá afetar diversas áreas, desde o trabalhador até a sociedade em seu destino final (GIDDENS, 1991, p. 62).

Neste caso, o industrialismo, por ser o primeiro no processo de produção, ao utilizar diretamente da fonte é o elo dos indivíduos da sociedade com a natureza. Antes da modernidade, a relação entre o indivíduo e a natureza era muito mais próxima. Com a indústria, a relação foi afastada devido à interferência da ciência e tecnologia, transformando a natureza de diversas formas. Enquanto antes havia uma relação direta entre indivíduo e natureza, atualmente, com a modernidade o indivíduo vive em um ambiente criado, todo o ambiente se tornou algo sujeito à interferência do homem (GIDDENS, 1991, p. 66).

Com o progressivo desenvolvimento da tecnologia juntamente com a produção industrial, o procedimento de produção, acaba que por se

tornar mais viável e de baixo custo. “A transformação em mercadoria da força de trabalho foi um ponto de ligação particularmente importante entre o capitalismo e o industrialismo, porque o “trabalho abstrato” pode ser diretamente programado no projeto tecnológico de produção” (GIDDENS, 1991, p. 67).

Além do industrialismo e o capitalismo, o Estado, também foi responsável pela expansão da modernidade. Enquanto os Estados da pré-modernidade não se preocupavam em administrar seus recursos, tantos sociais, quanto econômicos, os Estados modernos se preocupam com o poder administrativo. Com todo esse desenvolvimento, a produção decorreu em um avançado processo aceleração econômica. Expandindo os conhecimentos ao redor de todo o mundo (GIDDENS, 1991, p. 68).

Observa-se que com a modernidade ocorre um desencaixe, a reflexibilidade é algo decorrente e também acontece a separação entre tempo e espaço. São estes pontos primordiais que influenciaram e alavancaram o avanço da modernidade (GIDDENS, 1991, p. 68).

Na vida em sociedade, as relações entre os indivíduos, são regidas pelo tempo e espaço. Com o distanciamento do tempo e espaço, a relação entre indivíduos de variados locais, até mesmo distantes, tornou-se mais acessível. Dessa forma, expandindo a modernidade, facilitando a interação da sociedade (GIDDENS, 1991, p. 69).

Portanto, em qualquer lugar do mundo em que tiver um acontecimento relevante, o mundo todo terá acesso à informação. Assim, países sabem o que acontece em outros países o tempo todo. Dessa forma, os produtos desenvolvidos com alta tecnologia, mesmo sendo desenvolvidas a certa distância, não estão impedidos de serem comercializados (GIDDENS, 1991, p. 70).

Com a dimensão da globalização, é possível um grande desenvolvimento de mercados, mesmo possuindo uma matriz específica toda circulação influenciará nos desenvolvimentos regionais de todo globo. No entanto, ao mesmo tempo em que auxilia no desenvolvimento, poderá também oferecer risco, e distribuí-los na mesma proporção de desenvolvimento (GIDDENS, 1991, p. 75).

As extensões desses mercados globais decorrem do avançado processo de produção, exclusivamente para obter lucros. O desenvolvimento acelerado e a extensão e circulação desses produtos, foi uma consequência da busca de lucro (GIDDENS, 1991, p. 76).

Em decorrência do industrialismo, atualmente a relação entre o ser humano com o meio ambiente possui outra característica, ou seja, não se preocupa em preservar a natureza e precaver dos possíveis riscos, que as diversas tecnologias desenvolvidas possam vir a causar. Além disso, a perspectiva de mundo foi alterada, podendo se dizer que agora se criou “um mundo no qual há mudanças ecológicas reais ou potenciais de um tipo daninho que afeta a todos no planeta” (GIDDENS, 1991, p. 81).

Portando, o desenvolvimento e a expansão de mercados por todo o globo ocorrem devido à grande quantidade de informação disseminada entre sociedade que estão localmente distantes (GIDDENS, 1991, p. 82).

O desencaixe vem proporcionando uma quebra de padrões e juntamente com a separação de tempo do espaço, alavancando a modernidade. Decorrente disso, não há do que se falar em espaço definido, os locais deixaram de ser um empecilho nas atividades da sociedade, e com a modernidade tornaram algo essencial e novo, pois independentemente do local as atividades mercantis e as relações entre indivíduos vão acontecer. Além, da interação entre diversos locais acontecer, entre diversas sociedades a troca de conhecimentos será imensa, proporcionando uma forte onda de influência entre os indivíduos. Pois, “(...) até a menor das lojas da vizinhança, por exemplo, pode muito bem obter suas mercadorias de todas as partes do mundo” (GIDDENS, 1991, p. 110).

Esse desenvolvimento que vem acontecendo é de suma importância para o desenvolvimento da sociedade, no entanto, com todo esse avançado processo os riscos são iminentes. Observa-se, assim que os riscos acompanham o desenvolvimento na modernidade na mesma proporção, ou seja, ao falar de inovação, desenvolvimento, o risco acompanha tais conceitos (GIDDENS, 1991, p. 111).

É importante que seja reconhecida a possibilidade de ocorrer algum risco, visando que se pense em uma forma de precaução e segurança para a natureza e a sociedade. (GIDDENS, 1991, p. 112).

A respeito das abordagens realizadas por diversos autores, principalmente a abordagem das ciências sociais sobre o risco. Verifica-se a importância dessa análise realizada por diversos autores, trazendo diversas concepções e formas de análise do risco.

A teoria do risco de Giddens traz as concepções de risco diretamente ligadas com o desenvolvimento da sociedade e o surgimento da

modernidade. Fatores que de igual forma contribuíram para a expansão da modernidade por todo o globo, também influenciaram no surgimento de novos riscos e na propagação em larga escala. Esses novos riscos, são assim chamados porque diferentemente dos riscos que aconteciam anteriormente, que eram ocasionados pela própria natureza, os riscos atuais são criados pelo ser humano.

De forma territorial, a teoria do risco de Giddens, tem sua aplicabilidade em razão também da modernidade. A modernidade propiciou o distanciamento entre espaço-tempo. Dessa forma, a relação entre indivíduos tornou-se mais fácil, com mais acessibilidade e assim propiciando a expansão do comércio entre diversos países, de longa distância. No entanto, a distribuição de riscos nos territórios atinge na mesma proporção do desenvolvimento. Então um determinado risco, produzido pelo homem, poderá atingir local diverso daquele da origem do problema.

Em se tratando da circulação de mercadorias, não há fronteiras que possam limitar esse comércio, torna-se fundamental uma regulação para ao menos tentar amenizar a situação de risco, bem como garantir a saúde e a preservação do meio ambiente.

Território e risco nos modelos de regulação

A partir da teoria do risco de Anthony Giddens, mais especificamente do entendimento da separação entre espaço e tempo, compreende-se que esse fator impulsiona a relação entre países do mundo todo, de diversas formas. Principalmente no que tange a circulação de mercadorias, dessa forma, desenvolvendo-se uma cadeia global de mercadorias.

Neste caso, torna-se claro o risco que a circulação de mercadorias oferece à sociedade, de diversos países e também à natureza. Pois, de acordo com a teoria do risco de Anthony Giddens como já se menciona o risco possui uma natureza externa e com a globalização, não há fronteiras em se tratando da dimensão do risco.

Portando, em se falando de território e risco nos modelos de regulação é claro que existe a necessidade de um marco regulatório para essa transição de mercadorias, tendo em vista que os métodos de regulação vigentes são exclusivos de determinados continentes, não abrangendo toda rota comercial de produtos.

A modernidade trouxe consigo, eixos influentes que alteram os padrões tradicionais. Um dos eixos é o industrialismo, o qual, “se refere às relações sociais implicadas no uso generalizado da força material e do maquinário nos processos de produção”. Além do industrialismo, também se pode citar o capitalismo como segundo eixo, que se refere a um “(...) sistema de produção de mercadorias que envolve tanto mercados competitivos de produtos, quanto a mercantilização da força de trabalho” (GIDDENS, 2002, p. 21).

Dessa forma os avanços tecnológicos são em razão da modernidade. Ao buscar melhorias nas formas de produção, para que a produção seja mais rápida, para que os produtos sejam sempre inovadores, como é com o uso de nanotecnologia.

Novos padrões foram surgindo, buscando acompanhar também o mercado capitalista, que procura sempre estar inovando, para manter o ciclo de produção e o mercado. Ainda, cabe mencionar que o mercado é global, ou seja, a produção de mercadorias é com o intuito de distribuição de produtos por todo o mundo.

O desencaixe do tempo e espaço, decorrente da globalização, impulsionou a distribuição dos riscos, atingindo diversas localidades. “A globalização da atividade social que a modernidade ajudou a produzir é de certa maneira um processo de desenvolvimento de laços genuinamente mundiais” (GIDDENS, 2002, p. 27).

Neste contexto, cabe retomar brevemente acerca da globalização. Pois, a globalização é a relação que ocorre a distância, não existindo mais fronteiras locais, assim, “eventos em um pólo de uma relação muitas vezes produzem resultados divergentes ou mesmo contrários em outro” (GIDDENS, 2002, p. 27).

Portanto, em decorrência da globalização, da mesma forma que existe uma maior facilidade para relações, as consequências desse processo seguirão na mesma proporção, pois são transformações da modernidade. Neste sentido, os riscos são chamados de riscos globais (GIDDENS, 2002, p. 27).

Independentemente da proporção do risco, seu resultado se dará globalmente. Afetam diversas pessoas, seja em qualquer local que estiverem, “a conexão entre local e global está ligada a um intenso conjunto de transformações na natureza da vida cotidiana” (GIDDENS, 2002, p. 27).

Na modernidade, da mesma forma que oportunidades são vivenciadas, os riscos, como já fora mencionada, também se destaca, pois se vive em “um sistema orientado para a dominação da natureza e para a feitura reflexiva histórica”, neste molde, o futuro é incerto, pois tudo dependerá das ações do homem (GIDDENS, 2002, p. 104).

Portanto, com um futuro incerto, há uma problemática em questão, pois a sociedade está em transição, vivenciando a modernidade e deixando o passado, ou seja, as atividades não são realizadas como no passado, e sim de uma nova forma, acompanhando as inovações da modernidade (GIDDENS, 2002, p. 106).

“A ‘abertura’ das coisas por vir expressa a maleabilidade do mundo social e a capacidade que os homens têm de dar forma aos ambientes físicos de sua existência”. Assim, o futuro acaba possuindo uma nova visão, ou seja, sua imprevisibilidade o torna um fato novo, diferente dos padrões tradicionais. Ainda, neste mesmo viés fala-se em cálculo de risco, no entanto, “nunca pode ser completo, pois mesmo em ambientes de risco relativamente confinados há sempre resultados não intencionais e imprevistos”. Além disso, em muitos casos, mesmo que o risco seja regulado, seguindo padrões de segurança, esse cálculo não garante que o risco seja evitado, no entanto, é importante fazer esta análise, para que, dessa forma, a questão do risco seja abordada, criando, assim uma consciência do risco (GIDDENS, 2002. P. 106).

O risco, então, decorre de uma prática atual, mas que causará efeito no futuro. Práticas que mesmo de forma individual, poderá causar um efeito coletivo no futuro. Dessa forma, o risco não é algo local, independentemente se ocasionado individualmente ou pela coletividade, sua dimensão poderá ser global (GIDDENS, 2002, p. 111). “O monitoramento reflexivo do risco é intrínseco a sistemas institucionalizados de risco. Em relação a outros parâmetros ele é extrínseco, mas não menos fundamental para as oportunidades de vida e para o planejamento da vida” (GIDDENS, 2002, p. 113).

Em decorrência do processo de globalização, juntamente com o desenvolvimento tecnológico, os riscos tomaram uma grande proporção, tal qual, pode ocasionar riscos imprevisíveis. Assim, considera-se o risco como uma consequência obscura da modernidade. “Quanto mais calamitosos os perigos envolvidos, menor a nossa experiência real do risco que corremos – pois se as coisas ‘derem errado’, já será tarde demais” (GIDDENS, 2002, p. 115).

Também se deve analisar as dimensões dos riscos, como os de alta consequência, ou os que possam ser controlados. Em se tratando de risco de alta consequência, é necessário sempre estar buscando evitar qualquer possível problema, seja de falha técnica ou humana. Por exemplo, o acidente nuclear de Chernobyl causou danos irreparáveis, em que até a atualidade a região sofre com as consequências, no entanto, na época, não havia uma certeza acerca dos danos causados, como se comportariam no futuro (GIDDENS, 2002, p. 116).

Ao longo dos anos, muitos riscos nos são apresentados, riscos que antigamente não eram considerados riscos, mas ao aprofundar os estudos, determinado produto já não era considerado próprio para uso, ou consumo, posteriormente, ao se realizar novos estudos, este mesmo produto é considerado utilizável e que não fará mal para a saúde (GIDDENS, 2002, p. 117).

Isso, acontece em razão da inovação de produtos, ou criação de novos produtos, ou também procedimentos, juntamente com estes fatores, a estimativa de risco também é estudada. “A proliferação de especializações anda junto com o avanço das instituições modernas, e o crescente estreitamento das áreas de especialização parece um resultado inevitável do desenvolvimento técnico” (GIDDENS, 2002, p. 117).

Da mesma forma que o risco se apresenta como um problema futuro, uma incerteza, é necessário entender que mesmo isso acontecendo, ainda há tempo de pensar em precaução desses possíveis riscos. “O ritmo mais ou menos constante, profundo e rápido da mudança característica das instituições modernas, juntamente com a flexibilidade estruturada, significa que ao nível da prática cotidiana, e também da interpretação filosófica, nada pode ser tido como certo” (GIDDENS, 2002, p. 126).

Observa-se que o avanço científico e tecnológico, gera incertezas, incertezas as quais geram riscos territoriais (BURTET; MESA CASA, 2016, p. 179).

A estimativa do risco é crucial para a colonização do futuro; ao mesmo tempo, ela necessariamente abre o eu para o desconhecido. Dependendo, o risco pode ser até calculável com convicção, neste caso, é possível uma preparação para o risco. Porém, em outros casos, não é possível calcular o risco e também a casos, como a nanotecnologia, em que os riscos de seu manuseio estão sendo estudados por especialistas (GIDDENS, 2002, p. 169).

Sabe-se que nanotecnologia é um termo usado para designar uma tecnologia através de nanopartículas, assim originando nanoproductos, fato que proporciona um avanço para ciência, mas também ocasiona riscos os quais vêm sendo desenvolvidos estudos, tanto pelas ciências sociais, quanto pelas ciências naturais (ENGELMANN; FLORES, 2010).

Pode-se afirmar que hoje existe uma preocupação maior nos riscos que os nanoproductos possam vir a causar, tanto para o ser humano, quanto para a natureza, do que se pensando em seu desenvolvimento, buscando novas práticas e formas de nanoproductos (ENGELMANN; FLORES, 2010).

Pensa-se mais na inovação da nanotecnologia, do que os riscos decorrentes de seu uso. “A nanotecnologia já faz parte de alguns produtos utilizados, mas o fato de estarmos utilizando a nanotecnologia não significa necessariamente que a conhecemos” (DOMINGUES; PEREIRA, p. 91, 2014).

Tanto que através de alguns estudos realizados sobre o uso desenfreado de nanotecnologia, nas mais variadas formas de propagação. É possível ocorrer riscos ambientais e também a saúde humana, em alguns animais, através de testes, sabe-se que podem ocorrer danos cerebrais, pulmonares, coágulos de sangue, danos a órgãos e possível dificuldade na procriação (ENGELMANN; FLORES, 2010).

A nanotecnologia é precursora de grandes dúvidas e preocupações, um exemplo seria no caso dessas nanopartículas serem absorvidas pelo organismo humano, animal e vegetal e também pela produção desenfreada gerando efeitos indesejáveis em nível global (DOMINGUES; PEREIRA, p. 91, 2014).

Sendo assim, o uso de nanopartículas pode causar danos irreversíveis e de difícil controle. Portanto através de pesquisas que já vem sendo realizadas deve-se buscar formas de entender os possíveis danos e na mesma proporção regular o uso de nanopartículas, buscando garantir a proteção ao meio ambiente e qualidade de vida do ser humano. Primordial que se pense, e que os responsáveis coloquem sobre prisma a segurança e não o lucro econômicos em se tratando deste novo método de tecnologia. Complementando, acima de tudo deve-se pensar na qualidade de vida das próximas gerações, num meio ambiente protegido e ecologicamente equilibrado (ENGELMANN; FLORES, 2010).

A regulação para uso de nanotecnologia, deve seguir rumos diferentes dos tradicionais, através de marcos regulatórios internacionais,

considerando os riscos e potenciais riscos ao meio ambiente e ao ser humano, natureza em geral. Assim, “(...) deverá se orientar por diversos modos de expressão legislativa que concedam aos atores jurídicos certo grau de autonomia e responsabilidade perante a lei”, isso é possível através de cláusulas gerais e conceitos jurídicos relativos (ENGELMANN; FLORES, 2010).

Esse processo, diferentemente dos tradicionais, deverá seguir uma linha de criação, pelo fato de a nanotecnologia ser algo relativamente novo, não há formulas prontas que garantam a segurança no manuseio de nanopartículas.

Discussões estão cada vez mais presentes, a respeito dos possíveis impactos que a nanotecnologia possa causar. Tanto é, que diversos países, de forma multidisciplinar procuram entender dos riscos deste desenvolvimento, para que, dessa forma, os riscos possam ser evitados, ou até mesmo amenizados (BURTET; KADES JUNIOR, 2016, p. 51).

“Diante de tal cenário de incertezas, demonstra-se patente, pois, a necessidade de solidificação de um contexto garantista e investigativo, em especial mediante o estabelecimento de regras fixas e normatizadas”, para que, dessa forma, Estado e Indústrias, ambos responsáveis, sejam atuantes nas iniciativas de regulação, como acontece na União Europeia, onde há iniciativas de regulação, com o objetivo de estabelecer um marco regulatório, no âmbito da nanotecnologia (BURTET; KADES JUNIOR, 2016, p. 54).

Embora os modelos de regulação já existentes, como REACH e CRE, ambos através da União Europeia, não atingem todo o globo, pode-se os considerar como uma forma de iniciar uma regulação global. Através da ECHA, é possível visar através deles uma possível regulação eficaz.

Cada vez mais, observam-se iniciativas, visando a proteção contra os riscos, “tem-se que cada vez mais tem se percebido a sobreposição de diversas medidas que ensejem um avanço mais significativo sobre tal contexto” (BURTET; KADES JUNIOR, 2016, p. 54).

Portanto a nanotecnologia apresenta riscos e através de nanoproductos esses riscos são distribuídos nos territórios mercantis de diversas formas, principalmente na transição de um país ao outro. Além disso, não há nenhuma forma de regulação dessas transições em nível global, algo que é de suma importância em razão do possível risco e do avançado processo de Globalização.

Conclusão

Após toda análise feita a partir da teoria do risco de Anthony Giddens, evidencia-se que o risco atualmente está globalizado. Isso é decorrente do processo de modernidade, que leva em consideração variados fatores, como a globalização, reflexibilidade e quebra da tradição.

O mercado, atualmente é muito influente, as relações podem ser tanto de cunho formal, quanto informal, fato que ocasiona uma maior dificuldade de regulação nestes mercados informais, pois em casos de “pirataria” pensa-se primeiro no lucro do que na segurança, dessa forma, ocasionando riscos. Assim, o risco, tomou uma proporção tão grande, que pode decorrer tanto do processo de produção legal, quando no processo de produção informal. Além disso, na cadeia global de circulação de mercadorias, questões como a ilegalidade não são levadas em consideração.

Ao mesmo tempo em que essas relações foram estreitadas e facilitadas. A modernidade também vinha se desenvolvendo tecnologicamente, criando novas técnicas e meios de produção que facilitassem a vida do ser humano, proporcionando maior praticidade no dia a dia, como é o caso da nanotecnologia.

Os riscos surgiram na mesma proporção em que a modernidade, pois, ao desenvolver novas técnicas, não foi levado em consideração os potenciais riscos que poderiam ocorrer, tanto para o meio ambiente, quanto para a saúde humana, fato que hoje deixa uma incógnita quanto ao futuro.

Assim, conclui-se que é necessário um modelo de regulação internacional, que consiga abranger todos os territórios mercantis, levando em consideração os riscos nanotecnológicos, tanto nos mercados formais, quanto informais.

Referências

ABDI. *Panorama Nanotecnologia*. Disponível em: <<http://www.abdi.com.br>>. Acesso em: 13 out. 2016.

ABDI. *Relatório de Acompanhamento Setorial, Nanotecnologia na Área da Saúde: mercado, segurança e regulação*. Disponível em: <<https://www3.eco.unicamp.br>>. Acesso em: 13 out. 2016.

ABNT. *ABNT/CEE - 089 - Comissão de Estudo Especial de Nanotecnologia*. Disponível em: <<http://www.abnt.org.br/cee-89>>. Acesso em: 13 out. 2016.

BERGER FILHO, Airton Guilherme. *A Governança dos riscos das nanotecnologias e o princípio da precaução: um estudo a partir da teoria dialética da rede*. Tese (Doutorado em Direito) – Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS), São Leopoldo, 2016.

BURTET, Giani; MESA CASA, Gabriela. A responsabilidade e a precaução aplicadas a um marco regulatório para a nanotecnologia na sociedade de risco. In: PEREIRA, Reginaldo; WINCKELR, Silvana; TEIXEIRA, Marcelo Markus (Org). *Cidadania e controle social na governança da nanotecnologia*. São Leopoldo: Karywa, 2016.

DIAS, Rafaela Cyrino Peralva Dias. *Resenha: modernidade e identidade. Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais*. Psicol. Soc. Vol. 17 Nº3 Porto Alegre Sept./Dec. 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br>>. Acesso em: 13 out. 2016.

DOMINGUES, Joseane Cristina; PEREIRA, Reginaldo. A nanotecnologia, suas principais vantagens e seus riscos para a sociedade e o meio ambiente. In: PEREIRA, Reginaldo; WINCKLER, Silvana (Org). *Desafios Socioambientais para a construção de um marco regulatório específico para a nanotecnologia no Brasil*. São Leopoldo: Karywa, 2014.

ENGELMANN, Wilson; FLORES, André Stringhi. As Nanotecnologias e os Marcos Regulatórios: Desafios éticos e possibilidades legais para a construção de um direito que normatize as pesquisas. *Visão Jurídica*, n. 44, 2010.

ENGELMANN, Wilson; FLORES, André Stringhi. Direitos Humanos e Nanotecnologias: o fascínio da criatividade em busca de espaços cada vez menores. *Direitos Culturais*, v. 4, n. 7, p. 157-170, 2009.

FONTES, André. Regulação e Petróleo. In: TORRÊS, Heleno Taveira (Coord.). *Direito e Poder: Nas Instituições e nos Valores do Público e do Privado Contemporâneos*. Barueri, SP: Manote, 2005.

FRADE, Catarina. O Direito face ao risco. *Revista Crítica de Ciências Sociais*, v. 86, 2009, p. 53-79.

GIDDENS, Antony. *A constituição da sociedade*. Tradução: Álvaro Cabral. São Paulo: Martins Fontes, 2009.

GIDDENS, Antony. A vida em uma sociedade pós-tradicional. In: BECK, Ulrich; GIDDENS, Antony; LASH, Scott. *Modernização reflexiva: política, tradição e estética na ordem social moderna*. Tradução: Magda Lopes. São Paulo: Editora da Universidade Estadual Paulista, 1997, p. 73-133.

GIDDENS, Antony. *As consequências da modernidade*. Tradução: Raul Fiker. São Paulo: Editora UNESP, 1991.

GIDDENS, Antony. *Modernidade e identidade*. Rio de Janeiro: Zahar, 2002, p. 210.

ISO. *ISSO/TC 229 Nanotechnologies*. Disponível em: <<http://www.iso.org>>. Acesso em: 13 out. 2016.

KADES JR, Clemir; BURTET, Giani. O NANoREG e o meio ambiente do trabalho: prospectos acerca de um marco regulatório e seus aportes junto à ciência de impacto e a saúde do trabalhador. In: PEREIRA, Reginaldo; WINCKLER, Silvana; TEIXEIRA, Marcelo Markus (Org). *Cidadania e Controle Social na governança da nanotecnologia*. São Leopoldo: Karywa, 2016.

KADES JR, Clemir; LAZZAROTTO, Marcos; PEREIRA, Reginaldo. A União Europeia e a regulação para a nanotecnologia: atos unilaterais nanoespecíficos (2008-2012). In: PEREIRA, Reginaldo; WINCKLER, Silvana (Org). *Desafios Socioambientais para a construção de um marco regulatório específico para a nanotecnologia no Brasil*. São Leopoldo: Karywa, 2014.

MADEIRA, José Maria Pinheiro. *Administração pública*. 12.ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 2014. t. I.

MATTEDI, Marcos Antônio. As interpretações sociológicas das Dinâmicas Sociais de Construção do Risco na Sociedade Moderna. *Revista Grifos*. Chapecó: Argos, n. 13, nov de 2002.

PINHEIRO-MACHADO, Rosana. *Made in China: produção e circulação de mercadorias no circuito China-Paraguai-Brasil*. Tese (Doutorado em Antropologia Social) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

UNIÃO EUROPEIA. *C1 Regulamento (CE) n. 1907/2006 do Parlamento Europeu e do Conselho de 18 de Dezembro de 2006*. Disponível em: <<http://eur-lex.europa.eu>>. Acesso em: 13 out. 2016.

UNIÃO EUROPEIA. *Compreender o regulamento CRE*. Disponível em: <<https://echa.europa.eu>>. Acesso em: 15 out. 2016.

UNIÃO EUROPEIA. *Nanomateriais, Regulamento Reach e CRE*. Disponível em: <<https://echa.europa.eu>>. Acesso em: 13 out. 2016.

UNIÃO EUROPEIA. *Produtos químicos (REACH)*. Disponível em: <<http://europa.eu>>. Acesso em: 13 out. 2016.

UNIÃO EUROPEIA. *Regulamento Reach, Identidade da substância*. Disponível em: <<https://echa.europa.eu>>. Acesso em: 13 out. 2016.

A TRIBUTAÇÃO COMO INSTRUMENTO DE INTERVENÇÃO NA ORDEM ECONÔMICA ORIENTADA À TUTELA DO MEIO AMBIENTE

Daniel Sbeghen*

Introdução

A esgotabilidade dos recursos naturais e a fragilidade do meio ambiente exigem uma reconfiguração dos modelos de produção econômica e de consumo existentes na sociedade contemporânea, onde se requer um estreitamento dos vínculos entre todos – Estado, sociedade e indivíduos – em prol de um desenvolvimento econômico socioambientalmente sustentável. De fato, não se pode admitir um modelo econômico pautado exclusivamente pelo crescimento quantitativo que não objetiva a redução das desigualdades sociais e regionais, bem como não se preocupa pela exploração e destruição desenfreada dos recursos naturais, vitimando as gerações presentes e futuras.

Neste contexto, exige-se que o Estado intervenha na ordem social e econômica com o propósito de efetivar e assegurar os valores consagrados no texto constitucional, em especial os direitos humanos de segunda e terceira dimensões, abandonando, desta feita, aquela concepção abstencionista típica do Estado Liberal e do sistema de produção capitalista. A referida intervenção estatal no campo econômico com o objetivo de garantir a plenitude do direito fundamental ao meio ambiente ecologicamente equilibrado passa a exercer um papel de extrema relevância neste cenário.

Com efeito, o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado requer a consciência de que todos somos titulares e responsáveis pela sua preservação e promoção. Assim, ao lado dos tradicionais sistemas de comando e controle, há a possibilidade de o Estado utilizar os

* Mestre em Direito (UNOCHAPECÓ). Pesquisador do Grupo de Pesquisa Direito, Democracia e Participação Cidadã (UNOCHAPECÓ).

instrumentos econômicos para a defesa do meio ambiente. Os referidos instrumentos representam uma intervenção do Estado na ordem econômica por intermédio de regras jurídicas de natureza indutivas que estimulam e/ou desestimulam os contribuintes a adotarem determinados comportamentos, em especial aqueles voltados à tutela do meio ambiente.

A tributação ambiental e os seus mecanismos desonerativos configuram um exemplo típico de intervenção estatal na ordem econômica preocupada com a questão ambiental e lastreada nos princípios constitucionais do poluidor-pagador, usuário-pagador e protetor-recebedor. A adoção de uma tributação diferenciada em relação àqueles empreendimentos que, mesmo dentro dos limites de poluição, devem suportar uma carga econômica maior se comparado a outros agentes econômicos, simboliza a aplicação dos princípios do poluidor-pagador e do usuário-pagador. Igualmente, a desoneração tributária em relação aos empreendimentos que adotam uma política socioambiental adequada é reflexo da incidência do princípio do protetor-recebedor.

Finalmente, buscar-se-á demonstrar que o texto constitucional exige que o Estado intervenha na ordem econômica com vistas a garantir o direito fundamental ao meio ambiente ecologicamente equilibrado e o fenômeno tributacional, sob a ótica dos princípios constitucionais do poluidor-pagador, usuário-pagador e protetor-recebedor, se apresenta como um dos instrumentos econômicos vocacionados a tal finalidade.

A força jurídico-normativa dos princípios constitucionais

A interpretação do direito não se deve ater ao sentido literal das normas jurídicas, mas sim compreendê-las em consonância com os princípios constitucionais, haja vista que eles são espécies de normas jurídicas dotadas de forte conotação axiológica, isto é, exprimem os valores de uma determinada sociedade em certo espaço de tempo¹.

¹ Não é sem razão que Luís R. Barroso (2015, p. 141) ensina que “o ponto de partida do intérprete há que ser sempre os princípios constitucionais, que são o conjunto de normas que espelham a ideologia da Constituição, seus postulados básicos e seus fins. Dito de forma sumária, os princípios constitucionais são as normas eleitas pelo constituinte como fundamentos ou qualificações essenciais da ordem jurídica que institui. A atividade de interpretação da Constituição deve começar pela identificação do princípio maior que rege o

Os princípios constituem-se nas diretrizes fundamentais de um sistema jurídico porque expressam os valores, anseios e objetivos de uma sociedade em determinado momento, não podendo o interprete desconsiderá-los, haja vista que “a violação de um princípio é muito mais grave do que a transgressão de uma regra, pois enquanto esta ofenderia um específico mandamento, aquela implicaria ofensa a todo o sistema” (LACOMBE, 2000, p. 12).

A força jurídico-normativa dos princípios pode ser estruturada em três momentos distintos. Na fase jusnaturalista, os princípios não tinham a aptidão de impor obrigações a terceiros e, por tal motivo, não possuíam qualquer força normativa. Numa segunda fase, já sob a égide do positivismo jurídico, os princípios passaram a receber alguma força normativa, mas apenas em caráter subsidiário, isto é, quando não houvesse uma norma expressa positivada disciplinando uma determinada relação jurídica. Por fim, na fase pós-positivista, os princípios são considerados espécie do gênero norma jurídica² e também são dotados de força jurídica-normativa, bem como expressam a síntese dos valores mais relevantes à sociedade (DANTAS, 2013, p. 131).

Os princípios jurídicos, então, podem ser compreendidos como preceitos gerais, positivados ou não, que veiculam os valores e objetivos que dão concretude ao ordenamento jurídico e permitem a interpretação sistêmica das normas que o compõem.

Partindo-se da premissa de que os princípios representam os valores da sociedade e são responsáveis pela unidade e harmonia do ordenamento jurídico, bem como orientam a elaboração das leis, direcionam as ações

tema a ser apreciado, descendo do grau mais genérico ao mais específico, até chegar a formulação da regra concreta que vai reger a espécie”.

² A doutrina costuma separar as normas constitucionais em regras e princípios, valendo-se, para tanto, do critério da generalidade ou da abstração, bem como do grau de determinação de cada uma delas. Gilmar F. Mendes e Paulo Gustavo G. Branco (2016, p. 72) aduzem que “os princípios seriam aquelas normas com teor mais aberto do que as regras” ou que “os princípios corresponderiam às normas que carecem de mediações concretizadoras por parte do legislador, do juiz ou da Administração. Já as regras seriam as normas suscetíveis de aplicação imediata.” A partir destas considerações, na hipótese de um conflito entre duas ou mais regras, há de prevalecer a aplicação de uma delas e a negação das outras; já na hipótese de conflitos entre princípios, não haverá a prevalência de um sobre os demais, mas o sopesamento entre eles, permitindo a relativização do seu alcance e a convivência harmoniosa entre todos.

administrativas e guiam a solução dos litígios, trabalhar-se-á nos tópicos a seguir os princípios constitucionais do poluidor-pagador, usuário-pagador e protetor-recebedor.

Os princípios constitucionais ambientais do poluidor-pagador, do usuário-pagador e do protetor-recebedor

O desenvolvimento de qualquer atividade econômica importa no consumo dos recursos naturais, acarretando a redução de sua disponibilidade e na própria degradação do meio ambiente. Estas consequências externas ao processo produtivo devem ser internalizadas pelo agente econômico de maneira que os produtos e serviços reflitam o custo social gerado, evitando, com isso, que a sociedade tenha que suportar um ônus que não contribuiu na sua formação.

O princípio do poluidor-pagador exige “que os custos sociais que acompanham o processo produtivo (v. g. o custo resultante dos danos ambientais) precisam ser internalizados, vale dizer, que os agentes econômicos devem levá-los em conta ao elaborar os custos de produção e, conseqüentemente, assumi-los” (MILARÉ, 2016, p. 268).

Nas palavras de Aragão (2014, p. 208), o princípio do poluidor-pagador não é um fim em si mesmo, mas um mero princípio instrumental para a realização concreta do direito ao ambiente ecologicamente equilibrado. Além disso, ele se trata de um princípio que obriga o Estado “a criar normas que alterem a ordenação espontânea de valores que se gera através das regras do mercado (ordenação essa que redundava na subjugação da parte mais fraca a mais forte) contribuindo assim para alcançar o bem-estar e a justiça social”.

Este princípio ambiental se encontra positivado no art. 225, §3º, da CF/88, quando prevê que “as condutas e atividades consideradas lesivas ao meio ambiente sujeitarão os infratores, pessoas físicas ou jurídicas, a sanções penais e administrativas, independentemente da obrigação de reparar os danos.” Todavia, antes do advento do texto constitucional, a própria Lei da Política Nacional do Meio Ambiente – Lei n. 6.938/1981 – o contemplou no art. 4º, inc. VII, ao estabelecer como objetivo da política ambiental a “imposição, ao poluidor e ao predador, da obrigação de

recuperar e/ou indenizar os danos causados e, ao usuário, da contribuição pela utilização de recursos ambientais com fins econômicos”³.

É imperioso advertir que o princípio do poluidor-pagador não significa uma autorização ao agente econômico para poluir mediante o pagamento de um preço ou simplesmente a compensar os danos ambientais causados pela atividade econômica. Se assim o fosse, deveríamos chamá-lo de princípio do pagador-poluidor. Ele busca, sinteticamente, que os custos ambientais sejam internalizados nos custos privados de produção⁴.

De fato, não se mostra consentâneo com os valores que emanam do texto constitucional que as consequências ambientais adversas pela exploração de uma atividade econômica sejam suportadas pela coletividade que não deu causa ao resultado, cabendo ao agente econômico contabilizar nos custos dos produtos e serviços as externalidades ambientais negativas.

Nusdeo (2005, p. 153) leciona que as externalidades são “custos ou benefícios circulando externamente ao mercado, vale dizer, que se quedam incompenados, pois, para eles, o mercado, por limites institucionais, não consegue imputar um preço.” Assim, as externalidades negativas corresponderiam aos danos ambientais ocasionados pela atividade empresarial que não são suportados pelos agentes econômicos, mas são repassados à coletividade.

³ O princípio do poluidor-pagador também foi contemplado na Declaração do Rio sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, de 1992, nos seguintes termos: “as autoridades nacionais devem procurar promover a internalização dos custos ambientais e o uso dos instrumentos econômicos, tendo em vista a abordagem segundo a qual o poluidor deve, em princípio, arcar com o custo da poluição, com a devida atenção ao interesse público e sem provocar distorções no comércio e nos investimentos internacionais”. (Princípio 16)

⁴ Alexandra Aragão (2014, p. 32), ao analisar os efeitos externos da atividade econômica, aduz que “(...) os efeitos sociais secundários da produção ou do consumo tanto podem ser positivos (favoráveis, representando ganhos para os terceiros), como negativos (desfavoráveis, importando perdas para os terceiros), mas têm, em qualquer caso, como característica essencial o facto de não serem espontaneamente considerados nem contabilizados nas decisões de produção ou de consumo de quem desenvolve a actividade que os gera.” Além disso, menciona que as externalidades possuem duas características: “(...) a interdependência entre as decisões dos agentes económicos, e a inexistência de compensações. Quem causa estorvos a outrem não os paga, quem cria benefícios a outrem, não é compensado”.

O princípio do poluidor-pagador, conforme destaca Leite (2008, p. 182), atua no plano econômico e, por isso, reflete na “economia ambiental, na ética ambiental, na administração pública ambiental e no Direito Ambiental, pois tenta imputar, na economia de mercado e no poluidor, custos ambientais, e com isso visa a combater a crise em suas origens ou na fonte”.

No mesmo contexto, o princípio do usuário-pagador representa um desdobramento do poluidor-pagador, uma vez que ele representa a cobrança de um determinado valor do agente econômico que se utiliza dos recursos naturais, ou seja, a apropriação privada de um bem de natureza pública deve ensejar uma compensação à coletividade, sob pena de enriquecimento ilícito por parte daquele que explora os recursos naturais.

Os dois princípios têm em comum a preocupação de que as externalidades ambientais sejam internalizadas. No entanto, o “princípio do poluidor-pagador foi concebido para atuação a posteriori (obrigação de recuperar e/ou indenizar os danos causados), o princípio do usuário-pagador o foi para uma atuação a anterior (pagamento de contribuição pela utilização de recursos ambientais com fins econômicos)” (YOSHIDA, 2005, p. 544).

A compensação ambiental, que poderá ter feição pecuniária ou de outra natureza, não se trata de uma punição infligida ao agente econômico, pois ela é imposta pela utilização dos recursos ambientais que pertencem à sociedade como um todo, bem como incide naquelas condutas tidas como ambientalmente adequadas (MACHADO, 2016, p. 86)⁵.

Os princípios do poluidor-pagador e do usuário-pagador estão estreitamente vinculados à invariante axiológica da solidariedade, posto que eles impõem deveres de colaboração dos poluidores e usuários em face dos demais membros da sociedade. Isto é, cabe a eles contribuir em favor

⁵ O referido autor pontua que a “compensação ambiental tem seu fundamento ético na consciência ecológica do que se pretende fazer ou já se está fazendo, algo indevido; e, dessa forma, providencia-se uma troca. Tem aparência de transação: eu faço uma coisa – poluo, destruo ou desmato –, mas dou outra coisa em troca. Não se pode disfarçar que o ato de compensar traz em si um risco ambiental – e, portanto, precisa ser praticado com inequívoca moralidade administrativa e ampla publicidade, levando-se em conta o princípio da precaução” (MACHADO, 2016, p. 88).

de terceiros pela apropriação de um bem público que pertence a todos indistintamente: os recursos naturais.

Com efeito, os poluidores e usuários dos recursos naturais estão inseridos numa determinada sociedade, a qual se orienta pela existência de direitos e deveres recíprocos. A referida situação impõe um dever ético-jurídico àqueles de ressarcir os custos ambientais provocados pela exploração da atividade econômica, comprometendo-se, dessa forma, a manter uma qualidade de vida à presente e às futuras gerações.

Em contrapartida, o princípio do protetor-recebedor objetiva premiar aqueles comportamentos que se mostram ambientalmente sustentáveis, afastando a natureza repressiva-retributiva dos princípios do poluidor-pagador e do usuário-pagador para assumir uma feição compensatória. A sua concretização passa por uma nova leitura dos mecanismos típicos de tutela do meio ambiente, cabendo ao Estado deixar de trabalhar única e exclusivamente com a ideia de sanções punitivas aos agentes econômicos para, ao contrário, infligir-lhes sanções positivas na forma de compensações pelos comportamentos socioambientais adequados.

O referido princípio está positivado no art. 6º, inc. II, da Lei n. 12.305/2010, que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos, a qual possui, entre outros, os objetivos de estímulo à adoção de padrões sustentáveis de produção e consumo de bens e serviços; a adoção, desenvolvimento e aprimoramento de tecnologias limpas como forma de minimizar os impactos ambientais; e o incentivo à indústria da reciclagem, tendo em vista fomentar o uso de matérias-primas e insumos derivados de materiais recicláveis e reciclados. Um dos instrumentos para a consecução destes objetivos é a concessão de incentivos fiscais, financeiros e creditícios (art. 8º), que são esmiuçados nos arts. 42 a 46 do referido diploma normativo.

É fácil perceber que o princípio do protetor-recebedor atua numa lógica inversa aos princípios do poluidor-pagador e do usuário-pagador, já que ele busca incentivar a adoção das condutas ambientalmente corretas por meio de normas promocionais e aquelas outros almejam a internalização dos custos ambientais no processo econômico-produtivo, isto é, enquanto

o primeiro resulta numa diminuição dos custos privados, os segundos representam um aumento no custo interno da atividade econômica⁶.

Portanto, denota-se que o princípio do poluidor-pagador e do usuário-pagador atuam no âmbito da economia com o intuito de corrigir as falhas do mercado na fixação dos custos dos produtos e serviços que desconsideram os custos ambientais negativos, os quais são produzidos pela atividade econômica e suportados por quem não participa da distribuição dos lucros: a sociedade em geral e, por outro lado, o princípio do protetor-recebedor premia aqueles agentes que exercem sua atividade em conformidade com as normas de proteção ao meio ambiente.

As formas de intervenção do estado na ordem econômica

Em primeiro lugar, é necessário afirmar que a intervenção do Estado na ordem econômica não se confunde com a atuação estatal no domínio econômico. Esta última possui um campo mais amplo do que a primeira, já que a atuação representa a participação do Estado na esfera jurídica que lhe pertence (prestação e regulamentação de serviços públicos) e na esfera jurídica que pertence a terceiros (setor privado). Por sua vez, a intervenção é mais restrita porque abrange a atuação do Estado apenas na esfera de titularidade do setor privado (atividade econômica)⁷. Destarte, a

⁶ São precisas as lições de Édís Milaré (2015, p. 273) sobre as diferenças entre os princípios do poluidor-pagador, usuário-pagador e protetor-recebedor. Diz o autor que o “primeiro visa a coibir a geração de externalidades negativas no processo produtivo, impondo ao poluidor incluir no preço final dos produtos as despesas com a recuperação do meio ambiente (p. ex., a exigência de disponibilização de um precipitador eletrostático para controle de emissões atmosféricas em certa unidade industrial). O segundo, como mecanismo de assunção compartilhada da responsabilidade social pelos custos ambientais derivados da atividade econômica, busca imputar ao usuário a obrigação de contribuir pela utilização de recursos ambientais (p. ex., o pagamento pelo uso da água numa atividade agrossilvipastoril). O terceiro tem em mira premiar as condutas ambientais virtuosas para reverter os processos de destruição e utilização desenfreados dos bens da natureza (p. ex., a instituição de uma Reserva Particular do Patrimônio Natural – RPPN, com vistas à isenção de imposto territorial rural – ITR e preferência em financiamentos públicos)”.

⁷ A distinção entre atuação e intervenção do Estado no domínio econômico deve ser atribuída a Eros R. Grau (2015, p. 90-91) que faz a seguinte consideração: “(...) quanto à referência a intervenção e não, meramente atuação estatal, desejo insistir em que o vocábulo e expressão aparentam ser, à primeira vista, absolutamente intercambiáveis. Toda atuação estatal é expressiva de um ato de intervenção (...) aludimos, então, a atuação do Estado além da esfera do público, ou seja, na esfera do privado (área de titularidade do setor privado). A

intervenção representa a atuação do Estado na atividade econômica em sentido estrito e a atuação propriamente dita consiste no agir do Estado na atividade econômica em sentido amplo.

Num segundo momento, cabe destacar que o Estado não poderá, em regra, explorar diretamente a atividade econômica. Ele somente poderá fazê-lo nas hipóteses taxativamente previstas no texto constitucional ou quando a exploração da atividade econômica for necessária por imperativo da segurança nacional ou a relevante interesse coletivo, conforme definido em lei.

Na hipótese de atuação direta do Estado no domínio econômico, Mello (2001, p. 610) observa que a atividade econômica desenvolvida não se qualifica como um serviço público. Para ele, é imprescindível diferenciar a prestação do serviço público (titularidade do Estado) da atuação no domínio econômico (titularidade dos particulares), sendo que o exercício da atividade econômica, diretamente ou por meio de pessoas jurídicas especialmente criadas para tal finalidade – empresas públicas e sociedades de economia mista – configura a prestação de serviços governamentais, o que permite separar as “empresas estatais prestadoras de serviços públicos das exploradoras da atividade econômica, ante a diversidade de seus regimes jurídicos”.

Esta diferenciação de empresas estatais prestadoras de serviços públicos e exploradoras da atividade econômica é de fundamental importância. As primeiras, estruturadas na forma de empresas públicas ou sociedades de economia mista⁸, são pessoas jurídicas de direito privado

intervenção, pois, na medida em que o vocábulo expressa, na sua conotação mais vigorosa, precisamente atuação em área de outrem. Daí se verifica que o Estado não pratica intervenção quando presta serviço público ou regula a prestação de serviço público. Atua, no caso, em área de sua própria titularidade, na esfera pública. Por isso mesmo dir-se-á que o vocábulo intervenção é, no contexto, mais correto do que a expressão atuação estatal: intervenção expressa atuação estatal em área de titularidade do setor privado; atuação estatal, simplesmente, expressa significado mais amplo. Pois é certo que essa expressão, quando não qualificada, conota inclusive atuação na esfera do público. Por isso que vocábulo e expressão não são absolutamente, mas apenas relativamente, intercambiáveis”.

⁸ O Decreto-lei n. 200/1967, estabelece que as empresas públicas e as sociedades de economia mista possuem personalidade jurídica própria e integram a Administração Pública Indireta, diferenciando-se pelo fato de que as empresas públicas são constituídas exclusivamente por capital público e podem adotar qualquer uma das formas societárias previstas em lei; já as sociedades de economia mista deverão ter seu capital social formado majoritariamente por

que atuam em regime de exclusividade na prestação de serviços públicos, sendo extensível a elas, por força da ausência de concorrência da iniciativa privada, a imunidade tributária recíproca de que trata o art. 150, inc. VI, alínea a e §2º, da CF/1988⁹. As segundas, embora atuem na exploração da atividade econômica na forma de empresas públicas ou sociedades de economia mista, não poderão gozar de privilégios fiscais que não sejam estendidos às demais sociedades que atuam na iniciativa privada (art. 173, §2º, da CF/1988), sob pena de se estar criando um desequilíbrio na livre concorrência garantida constitucionalmente.

Em terceiro lugar, Grau (2015, p. 143) defende que o Estado poderá intervir no domínio econômico de 4 (quatro) formas distintas, quais sejam, por meio de absorção, quando ele é o único a exercer uma determinada atividade econômica (regime de monopólio); por participação, na hipótese de o Estado concorrer com empresas da iniciativa privada junto a uma atividade econômica (regime de competição); por direção, quando o Estado “exerce pressão sobre a economia, estabelecendo mecanismos e normas de comportamento compulsório para os sujeitos da atividade econômica em sentido estrito”; e, finalmente, por indução, no caso de o Estado manipular “os instrumentos de intervenção em consonância e na conformidade das leis que regem o funcionamento dos mercados”.

A intervenção estatal no domínio econômico por direção e indução¹⁰ opera-se mediante atividade legislativa onde são impostas regras de conduta a serem observadas pelos agentes econômicos, de sorte a

peças jurídicas de direito público ou pessoas jurídicas integrantes da Administração Pública Indireta (autarquias, inclusive os consórcios públicos na forma de associações públicas; fundações públicas; empresas públicas e sociedades de economia mista) e atuarão na forma de sociedade anônima.

⁹ O STF já teve a oportunidade de reconhecer a imunidade tributária recíproca das seguintes empresas públicas e sociedades de economia mista que prestam serviços públicos em caráter de exclusividade: Casa da Moeda do Brasil (RE 610.517-AgR/RJ); Empresa Brasileira de Correios e Telégrafos (RE 610.392/PR); CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (RE 631.309-AgR/SP); CODESP – Companhia Docas do Estado de São Paulo (RE 458.164-AgR/SP); INFRAERO – Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária (RE 638.315-AgR/BA); entre outros.

¹⁰ A indução é “(...) um mecanismo pelo qual o Estado cria incentivos ou punições para a adoção de determinados comportamentos econômicos ou cria condições favoráveis para que se desenvolvam empreendimentos privados em determinadas regiões, ou mesmo que determinadas atividades econômicas possam ser realizadas mediante medidas especiais de política econômica” (ANTUNES, 2005, p. 14).

disciplinar suas atuações no mercado. Todavia, elas se distinguem pelo fato que as normas de intervenção por direção são dotadas de coercitividade e imperatividade, fixando formas de comportamento a serem observadas pelos sujeitos da atividade econômica em sentido estrito. Já as normas de intervenção por indução são normas dispositivas que, mediante estímulos e incentivos, convida o agente econômico a atuar em conformidade com as leis de mercado que direcionam a “(...) uma opção econômica de interesse coletivo e social que transcende os limites do querer individual” (CARVALHOSA, 1971 apud GRAU, 2015, p. 145).

Esta intervenção estatal na ordem econômica diretiva e indutiva encontra-se respaldada, além dos princípios constitucionais que orientam a atividade econômica, pelas funções de normatização e regulamentação. De fato, o Estado exercerá, na forma da lei, a fiscalização, o incentivo e o planejamento da atividade econômica, sendo este último determinante para o setor público e indicativo para o setor privado.

É pelo exercício das funções de caráter normativo e regulador que o Estado fixará os comportamentos que deverão ser adotados ou evitados pelos agentes econômicos no desempenho de seus misteres, bem como estipulará eventuais benefícios financeiros que serão usufruídos pelos agentes que atuem em conformidade com os preceitos estabelecidos. Além disso, é conveniente ressaltar que a atuação do Estado neste contexto somente será legítima se pautada pela materialização dos princípios constitucionais da ordem econômica e, em última análise, pela concretização dos objetivos da República Federativa do Brasil traçados pelo constituinte originário¹¹.

¹¹ O art. 3º do texto constitucional estabelece como objetivos da República Federativa do Brasil a construção de uma sociedade livre, justa e solidária; a garantia do desenvolvimento nacional; a erradicação da pobreza e a marginalização e a redução das desigualdades sociais e regionais; e, por fim, a promoção do bem-estar de todos, sem preconceitos de origem, raça, sexo, cor, idade e quaisquer outras formas de discriminação. A efetivação destes objetivos, segundo Uadi Lammêgo Bulos (2015, p. 71), dependerá quase que exclusivamente da atuação do Poder Público, a quem caberá executar, legislar e decidir acerca dos fins almejados pelo Estado brasileiro.

A intervenção do estado brasileiro na ordem econômica orientada à tutela do meio ambiente

A ordem constitucional incumbiu ao Estado brasileiro, embora não exclusivamente, a tarefa de preservação e proteção do meio ambiente, legitimando-o a intervir no seio das relações jurídicas privadas com o intuito de assegurar às presentes e futuras gerações a integridade desse bem de uso comum de todos quantos compõem o grupo social, garantido uma sadia qualidade de vida.

Na realidade, a interpretação conjunta dos arts. 1º, inc. III, 3º, inc. I e 225, caput, todos da CF/88, nos leva a concluir que há um dever conjunto, do Poder Público (em todas as suas esferas e em suas diversas instâncias) e da sociedade, de proteção do meio ambiente, o que reforça a invariante axiológica da solidariedade presente neste direito fundamental de terceira dimensão. Tal dever solidário deve ser abraçado por todos (Estado e sociedade civil), sob pena de a omissão de qualquer um resultar em prejuízos a gerações presentes e futuras em razão da natureza difusa que qualifica o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado¹².

É uma nítida preocupação com a dignidade da pessoa humana e com as gerações futuras, porque não se pode cogitar na existência de uma qualidade de vida diante de um meio ambiente degradado pela ação ou omissão do Estado e dos particulares. Não é sem razão que o texto constitucional afirma que o meio ambiente é essencial à sadia qualidade de vida, porquanto as condições mínimas de existência da espécie humana e o seu respectivo bem-estar estão inseridos dentro do meio ambiente e não fora dele.

O texto constitucional reclama que o desenvolvimento econômico ocorra mediante o uso sustentável dos recursos naturais, preservando-se o meio ambiente para a presente e futuras gerações. Nesse sentido, Antunes

¹² Ao trabalhar o princípio da participação ou da colaboração, Celso Antonio P. Fiorillo (2005, p. 41) posiciona-se de maneira semelhante ao esclarecer que o art. 225, caput, da CF/88, "(...) consagrou na defesa do meio ambiente a atuação presente do Estado e da sociedade civil na proteção e preservação do meio ambiente, ao impor a coletividade e ao Poder Público tais deveres. Disso retira-se uma atuação conjunta entre organizações ambientalistas, sindicatos, indústrias, comércio, agricultura e tantos outros organismos sociais comprometidos nessa defesa e preservação". E, mais adiante, aduz que é "(...) oportuno considerar que o resultado dessa omissão participativa é um prejuízo a ser suportado pela própria coletividade, porquanto o direito ao meio ambiente possui natureza difusa".

(2005, p. 15-16) assinala que “a própria inclusão do respeito ao meio ambiente como um dos princípios da atividade econômica e financeira demonstra que a livre iniciativa somente pode ser praticada quando observados determinados parâmetros constitucionais”.

Esta intervenção do Estado no domínio econômico vocacionada à tutela do meio do ambiente ocorre por meio de indução, que poderá se materializar nas formas positiva ou negativa. No primeiro caso, a adoção do comportamento sugerido pela norma indutiva colocará o agente econômico em posição privilegiada no mercado em relação aos demais concorrentes que não optaram pelo comportamento. É nesse sentido que Grau (2015, p. 145) se utiliza do “universo do Direito premial”, isto é, “se a adesão a ela manifestar, (...) resultará juridicamente vinculado por prescrições que correspondem aos benefícios usufruídos em decorrência dessa adesão”. No segundo caso, a norma indutiva não proíbe determinado comportamento econômico, porém a sua prática onera sobremaneira o agente econômico que ela se torna inviável (p. ex., a tributação elevada de determinadas produtos e/ou serviços).

É indubitável que na ausência de intervenção do Estado na ordem econômica as “decisões dos agentes vão desconsiderar os custos socioambientais derivados das atividades econômicas, provocando níveis de produção e de consumo superiores àqueles que a coletividade é capaz de suportar, originando perdas em termos de bem-estar social” (MONTERO, 2014, p. 157).

Para cumprir a tarefa constitucional de tutela do meio ambiente, é possível que o Estado utilize os instrumentos normativos e os instrumentos econômicos¹³, podendo, resumidamente, afirmar que os

¹³ O doutrinador português José Casalta Nabais (2005, p. 421-422) afirma que os instrumentos de tutela do meio ambiente podem ser divididos em 3 (três) grupos: os meios diretos de conformação de comportamentos; os meios de direção de comportamentos através do planejamento; e, por fim, os meios indiretos de conformação de comportamentos. No primeiro grupo há os atos de controle ou de fiscalização preventivos, como as autorizações em sentido amplo. Já os segundos são “aqueles meios de ordenamento do território que, não se apresentando com o objectivo principal ou predominante de ordenar estritamente a cidade, a urbe, visam sobretudo a ordenar o território no seu conjunto ou nas suas específicas implicações para o equilíbrio ambiental”. Por fim, os terceiros representam instrumentos que provêm de outros ramos do direito, pois os instrumentos referenciados anteriormente, na essência, se encontram no direito administrativo, podendo citar como exemplos a

primeiros são técnicas de desestímulos que buscam influenciar o comportamento não desejado, obstaculizando-o ou atribuindo-lhe consequências desfavoráveis, enquanto que os segundos são técnicas de incentivos, onde se busca influenciar o comportamento desejado, facilitando-o ou atribuindo-lhe consequências agradáveis (YOSHIDA, 2005, p. 559).

Os instrumentos econômicos como mecanismos de tutela do meio ambiente

Inicialmente, é importante ter “presente que o problema ecológico é de natureza econômica e portanto o seu tratamento somente se fará com êxito mediante a utilização de instrumentos conaturais ao próprio sistema econômico” (NUSDEO, 2005, p. 381).

Diante desta afirmação, é de se ressaltar que a Agenda 21, construída a partir dos debates realizados na Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (RIO-92) e objetivando promover em escala planetária um modelo de desenvolvimento sustentável para o século XXI, estimula a atuação de instrumentos econômicos adequados na tutela do meio ambiente¹⁴. Em consonância a esta orientação, o art. 9º, inc. XIII, da Lei n. 6.938/1981, acrescentado pela Lei n. 11.284/2006, prevê que os instrumentos econômicos representam mecanismos da Política Nacional do Meio Ambiente.

Os instrumentos econômicos consistem em mecanismos empregados pelo Estado com o objetivo de modificar o comportamento dos agentes econômicos que incidem sobre o meio ambiente mediante o “simples jogo de (des)incentivos financeiros e de mercado” (MONTERO, 2014, p. 161), sendo que a sua implementação poderá resultar na concessão de incentivos financeiros ou na oneração dos custos da atividade produtiva

responsabilidade civil por danos ambientais, os subsídios e as subvenções do direito financeiro, os impostos ambientais e benefícios de natureza fiscal.

¹⁴ O princípio 16 da Declaração do Rio sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento contempla a utilização dos instrumentos econômicos como um mecanismo colocado à disposição do Estado para a proteção do meio ambiente nos seguintes termos: “As autoridades nacionais devem procurar promover a internacionalização dos custos ambientais e o uso de instrumentos econômicos, tendo em vista a abordagem segundo a qual o poluidor deve, em princípio, arcar com o custo da poluição, com a devida atenção ao interesse público e sem provocar distorções no comércio e nos investimentos internacionais”.

dos agentes econômicos. Ademais, tal mecanismo “descentraliza a tomada de decisões conferindo ao poluidor ou ao usuário do recurso a flexibilidade para selecionar a opção de produção ou de consumo que minimize o custo social para atingir-se um nível determinado de qualidade ambiental” (MOTTA; RUITENBEEK; HUBER, 1996, p. 1).

Como se observa, a utilização dos instrumentos econômicos permite que o Estado conceda incentivos fiscais ou outros estímulos aos agentes econômicos preocupados com a qualidade de vida ambiental, diminuindo, por conseguinte, os custos administrativos para manutenção dos sistemas de controle ambiental, bem como representa um incremento no ingresso das receitas públicas que poderão ser destinadas à tutela do meio ambiente¹⁵. Além disso, eles se diferenciam dos instrumentos normativos (sistemas de comando e controle) pelo fato de que estes impõem padrões de comportamento ambiental sob pena de sanção, enquanto que os instrumentos econômicos se constituem em mecanismos que os agentes poluidores podem livremente aderir e, por conseguinte, favorecer-se dos benefícios daí decorrentes, numa clara demonstração de aplicação do princípio ambiental do protetor-recebedor.

Os referidos instrumentos econômicos apresentam-se vantajosos pelo fato de que possuem maior flexibilidade se comparados com os sistemas de comando e controle, visto que indicam comportamentos desejados pela coletividade, cujos benefícios serão usufruídos pelo agente econômico e pela sociedade. Ademais, constituem-se em uma fonte de recursos públicos que poderão ser destinados à implementação de programas de defesa do meio ambiente (MONTERO, 2014, p. 163-165).

Há, todavia, a necessidade que a sociedade exerça uma fiscalização constante do Estado no emprego dos instrumentos econômicos na tutela do meio ambiente, já que o seu principal objetivo é induzir a mudança de comportamento dos agentes econômicos, o que fica comprometido na hipótese deles se tornarem exclusivos mecanismos de arrecadação de recursos públicos destinados a saciar a vontade estatal.

Feitas essas considerações, conclui-se que o Estado poderá intervir na ordem econômica mediante o uso de instrumentos normativos e

¹⁵ Embora as multas pecuniárias impostas ao agente poluidor representem um acréscimo nas receitas públicas, elas não podem ser tidas como instrumentos econômicos, porquanto elas estão associadas ao descumprimento de um instrumento normativo.

econômicos que caminhem para a tutela do meio ambiente, já que a atividade econômica deve ser orientada, além de outros princípios constitucionais, pela preservação e proteção do meio ambiente e a própria ingerência estatal na economia deve ser pautada pela dignidade da pessoa humana, não podendo desprezar a presença do valor fonte do texto constitucional – a pessoa humana – num contexto econômico que desconsidere o direito fundamental ao meio ambiente ecologicamente equilibrado.

A tributação ambiental como instrumento econômico de tutela do meio ambiente

A tributação ambiental pode ser compreendida a partir de uma visão ampliativa ou restritiva¹⁶. No primeiro caso, o tributo ambiental em sentido amplo será toda aquela prestação pecuniária compulsória cujos recursos serão destinados integral ou parcialmente à defesa do meio ambiente, bem como aquelas medidas de incentivos fiscais concedidas em função da adoção de comportamentos voltados à proteção do patrimônio natural. Ademais, na forma de cobrança estatal, ela apresenta uma natureza eminentemente arrecadatória, sem qualquer preocupação na remodelação da atividade empresarial. Já o tributo ambiental em sentido restrito será todo aquele que contiver na sua hipótese de incidência elementos vinculados à tutela do meio ambiente e reordenadores da atividade econômica e, por consequência disso, apresenta uma feição extrafiscal¹⁷.

¹⁶ Esta categorização dos tributos ambientais em sentido amplo e restrito também é trabalhada por José Casalta Nabais (2005, p. 430), o qual considera apenas os segundos como verdadeiros tributos ambientais. Sustenta o referido autor que é “(...) relativamente consensual a ideia de dividir dicotomicamente esses tributos em duas espécies, pelo que ou são tributos ambientais em sentido estrito, técnico ou próprio, que prosseguem uma finalidade extrafiscal incentivante (...) ou são tributos ambientais em sentido amplo, atécnico ou impróprio, que visam a uma finalidade reditícia (...) Sendo certo que apenas os primeiros, porque materializam de maneira directa ou imediata a política ecológica, são de considerar verdadeiros tributos ambientais, não passando os segundos, cujo objectivo, como o dos tributos fiscais em geral, o de captar ou arrecadar receitas, ainda que estas estejam consignadas à realização da política ecológica, de falsos tributos ambientais”.

¹⁷ Compartilha-se do entendimento de Denise L. Cavalcante (p. 7) de que a configuração dos tributos com fins ambientais pode se dar por meio de qualquer critério (material, espacial, temporal, pessoal e quantitativo) previsto na regra-matriz de incidência tributária e não exclusivamente através da hipótese de incidência.

A propósito, Montero (2014, p. 186-188) define os tributos ambientais em sentido amplo como aqueles que empregam “(...) o uso de técnicas fiscais – incentivos e benefícios fiscais – para estimular a proteção ambiental, e os tributos ordinários que de maneira secundária ou indireta contemplam problemas de caráter ambiental” e os tributos ambientais em sentido restrito como aqueles em que há “(...) um vínculo entre a sua estrutura e o impacto causado no meio ambiente; a figura tributária deverá produzir um (des) incentivo que permita satisfazer a finalidade ambiente pretendida”.

Como se vê, a tributação ambiental poderá apresentar uma finalidade fiscal ou extrafiscal. A primeira finalidade visa à obtenção de receitas que serão aplicadas em ações que promovam a defesa do meio ambiente. Por sua vez, a segunda finalidade tem por objetivo introduzir comportamentos que, na visão do Estado, sejam ambientalmente desejáveis ou de menor poder ofensivo ao meio ambiente (MODÉ, 2003, p. 72).

Tradicionalmente, costuma-se distinguir os tributos fiscais, que são aqueles que têm por finalidade preponderante prover de recursos o Estado, e os tributos extrafiscais¹⁸, que seriam aqueles que não se destinam apenas a arrecadar recursos aos cofres públicos, mas têm o escopo de estimular ou desestimular comportamentos, como o aumento do consumo interno pela diminuição da tributação sobre os produtos nacionais ou nacionalizados, protegendo a economia local em face das investidas internacionais; a elevação da carga tributária incidente sobre mercadorias e serviços supérfluos ou prejudiciais à saúde; o aumento dos tributos incidentes sobre a propriedade visando encorajar o seu titular a dar-lhe a devida função socioambiental, entre outras.

Pela finalidade fiscal, o tributo ambiental objetiva arrecadar as receitas públicas necessárias para a realização de investimentos em projetos de melhoria da qualidade ambiental. De outro lado, pela

¹⁸ Na lição de Fernanda M. Badr (2010, p. 75), “diz-se que os tributos são extrafiscais quando não pretendem somente a arrecadação de recursos, mas visam disciplinar comportamentos, buscando concretizar objetivos econômicos ou sociais. Assim, tem-se que por meio da tributação extrafiscal, o Estado pode intervir sobre o domínio econômico manipulando ou orientando o comportamento dos destinatários da norma a fim de que adotem condutas condizentes com os objetivos estatais”.

finalidade extrafiscal¹⁹, o tributo ambiental tem o propósito de modificar o comportamento dos agentes econômicos, de modo a induzi-los a alterarem seu processo produtivo pelo emprego de matérias-primas renováveis e tecnologias modernas.

Para Carvalho (2016, p. 256), todos os tributos possuem concomitantemente natureza fiscal e extrafiscal²⁰, havendo a preponderância de uma ou outra num caso determinado. Ele diz que “não existe (...) entidade tributária que se possa dizer pura, no sentido de realizar tão-só a fiscalidade, ou, unicamente, a extrafiscalidade. Os dois objetivos convivem, harmônicos, na mesma figura impositiva, sendo apenas lícito verificar que, por vezes, um predomina sobre o outro”. Tal característica pode ser ilustrada pelo imposto sobre a propriedade predial e territorial urbana (IPTU), o qual representa um importante instrumento arrecadatório dos Municípios, mas também revela a sua natureza extrafiscal quando se aplica a progressividade no tempo destinada a compelir o proprietário do imóvel urbano a realizar a sua função social (COSTA, 2014, p. 70).

O objetivo inicial dos tributos sempre foi o de carrear recursos financeiros para o Estado. No entanto, no “mundo moderno (...) o tributo é largamente utilizado com o objetivo de interferir na economia privada, estimulando atividades, setores econômicos ou regiões, desestimulando o consumo de certos bens e produzindo, finalmente, os efeitos mais diversos na economia” (MACHADO, 2015, p. 69), de modo que ele se apresenta ao

¹⁹ Alessandro M. Cardoso (2014, p. 95) lembra que “uma importante marca do Estado Intervencionista no campo fiscal é a feição extrafiscal dada à tributação, com a preponderância dos impostos (não vinculados a uma específica contraprestação estatal), que não têm mais um caráter exclusivamente arrecadatório, sendo, em muitos casos, instrumento de intervenção governamental em diversos campos, como o industrial, o financeiro e o social, com função redistributista”.

²⁰ José Casalta Nabais (2005, p. 423) compartilha o mesmo entendimento ao expressar que “toda a fiscalidade tem inerente uma certa dose de extrafiscalidade. Isto mesmo quando a extrafiscalidade esteve de todo ausente dos propósitos do legislador fiscal ao moldar a disciplina dos impostos. Com efeito, e ao contrário do que se chegou a pensar no século XIX, os impostos, quaisquer que eles sejam, não são neutros do ponto de vista econômico e social. Pois, mesmo que o legislador se tenha preocupado exclusivamente com a obtenção de receitas fiscais, com a obtenção de meios para fazer face às despesas públicas, ainda assim os impostos não são assépticos face à realidade econômica e social que tributam e, por conseguinte, moldam”.

mundo econômico com a natureza fiscal e extrafiscal, uma sobrepondo-se à outra num caso específico, sem se anularem.

Independentemente da natureza fiscal ou extrafiscal que se sobressai na tributação ambiental, os seus principais objetivos consistem na minimização do dano ambiental, internalizando seus custos, sem impedir o desenvolvimento nacional; a influência na conduta dos sujeitos passivos, de modo a reduzir as suas atividades poluidoras; a construção de instrumentos de indenização para a sociedade; a criação de incentivos para reduzir a quantidade de produtos poluentes; e fontes de financiamento do custo ambiental, como a utilização da arrecadação para desenvolver dispositivos de segurança ou reduzir o custo do produto reciclado. (YOSHIDA, 2005, p. 537).

É fácil verificar que a tributação ambiental é justificada pela materialização dos princípios do poluidor-pagador, usuário-pagador e protetor-recebedor. A adoção de uma política tributária que imponha uma carga econômica maior aos empreendimentos potencialmente poluidores ou aos produtos e serviços que consomem parcela significativa de recursos naturais não-renováveis no seu processo de criação e prestação representa, indubitavelmente, um mecanismo econômico de intervenção do Estado que objetiva induzir os agentes privados a repensarem o seu processo produtivo, sob o risco de eventual falta de competitividade e eliminação do mercado, além de provocar os consumidores a refletirem acerca do custo ambiental dos produtos e serviços adquiridos. No mesmo sentido, a concessão de benefícios fiscais (v. g. a isenção, a redução da base de cálculo ou de alíquotas, entre outros) aos agentes econômicos que antecipadamente inserem a tutela ambiental como uma diretriz da atividade econômica constitui num prêmio dado pelo Estado em razão do comportamento socioambiental desejado pelo texto constitucional.

Cabe reforçar, ainda, que o fenômeno da tributação ambiental não significa a imposição de uma penalidade pecuniária (multa) ao empreendimento potencialmente poluidor. Na verdade, o tributo ambiental atua no campo da atividade empresarial lícita com o objetivo de ora carrear recursos econômicos ao Estado e, logo em seguida, serem empregados na defesa do meio ambiente (tributo ambiental fiscal), ora promover a modificação dos comportamentos da sociedade mediante estímulos ou desestímulos econômicos voltados à tutela dos recursos naturais (tributo ambiental extrafiscal).

Igualmente, todas as espécies tributárias contempladas no texto constitucional possuem a aptidão de serem utilizadas como instrumentos econômicos voltados à tutela do meio ambiente, seja pela alocação dos recursos em programas de proteção e preservação do meio ambiente, seja pela reformulação dos comportamentos dos agentes privados em relação à exploração sustentável dos recursos naturais.

Diante disso, entende-se que as pessoas políticas poderão instituir tributos finalísticos à tutela do meio ambiente, os quais poderão apresentar uma característica preponderantemente arrecadatória ou regulatória, quando o objetivo perseguido for, respectivamente, o incremento das receitas públicas destinadas ao custeio dos serviços públicos ambientais ou a modificação do comportamento dos agentes econômicos em face da natureza finita e esgotável dos recursos naturais, sempre, reafirme-se, pautados pelos princípios do poluidor-pagador, usuário-pagador e protetor-recebedor.

Conclusão

À vista do exposto, conclui-se que a tutela do meio ambiente é uma tarefa inarredável do Estado que, em conjunto com a sociedade e indivíduos, deve se valer dos instrumentos normativos e econômicos para a defesa e preservação deste direito fundamental para as presentes e futuras gerações.

No desempenho de tal mister, o texto constitucional exige que o Estado abandone a postura abstencionista no campo econômico e intervenha na atividade econômica com o propósito de assegurar no plano fático os direitos fundamentais de segunda e terceira dimensões, onde se destacam a função social da propriedade, a defesa do consumidor e do meio ambiente e a redução das desigualdades sociais e regionais.

A referida intervenção estatal não significa a nulificação do regime econômico da livre iniciativa e concorrência, mas sim um justo equilíbrio entre as forças produtivas, sociais e ambientais de uma sociedade que busca minimizar os problemas advindos da concentração e má distribuição do capital, sempre com vistas a alcançar um desenvolvimento socioeconômico sustentável.

Diante de tal cenário, a tributação ambiental se apresenta como um dos instrumentos econômicos de que dispõe o Estado para cumprir a tarefa constitucional de defesa e preservação do meio ambiente. A possibilidade

de se adotar uma tributação diferenciada aos empreendimentos potencialmente poluidores ou aos agentes econômicos que inserem a política de tutela do meio ambiente dentro do seu processo produtivo encontra respaldo nos princípios constitucionais do poluidor-pagador, usuário-pagador e protetor-recebedor, porquanto a intervenção do Estado buscará, por meio de normas indutivas, forçar a realização de comportamentos compatíveis com os desejos da sociedade em matéria ambiental, bem como premiar aquelas condutas já comprometidas com os valores e objetivos eleitos pelo texto constitucional.

Referências

ANTUNES, Paulo de Bessa. *Direito ambiental*. 7. ed. rev., ampl. e atual. Rio de Janeiro: Lumen Juris, 2005.

ARAGÃO, Alexandra. *O princípio do poluidor pagador: pedra angular da política comunitária do ambiente*. São Paulo: Instituto O Direito por um Planeta Verde, 2014.

BADR, Fernanda Matos. IPTU como instrumento da política de desenvolvimento urbano. *Revista Dialética de Direito Tributário*, São Paulo, v. 175, abr. 2010.

BARROSO, Luís Roberto. *Interpretação e aplicação da Constituição*. 7ª ed. São Paulo: Saraiva, 2015.

BULOS, Uadi Lammêgo. *Constituição Federal anotada*. 11. ed. rev. e atual. São Paulo: Saraiva, 2015.

CANOTILHO, José Joaquim Gomes; LEITE, José Rubens Morato (org.). *Direito constitucional ambiental brasileiro*. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2008.

CARDOSO, Alessandro Mendes. *O dever fundamental de recolher tributos no Estado Democrático de Direito*. Porto Alegre: Livraria do Advogado, 2014.

CARVALHO, Paulo de Barros. *Curso de direito tributário*. 27. ed. São Paulo: Saraiva, 2016.

CAVALCANTE, Denise Lucena. *Tributação ambiental e aspectos da extrafiscalidade*. Instituto Brasileiro de Estudos Tributários. Disponível em: <<http://www.ibet.com.br>>. Acesso em: 23 ago. 2016.

DANTAS, Paulo Roberto de Figueiredo. *Curso de direito constitucional*. 2. ed. atual. São Paulo: Atlas, 2013.

FIORILLO, Celso Antonio Pacheco. *Curso de direito ambiental brasileiro*. 6. ed. ampl. São Paulo: Saraiva, 2005.

GRAU, Eros Roberto. *A ordem econômica na Constituição de 1988*. 17. ed. rev. e atual. São Paulo: Malheiros, 2015.

LACOMBE, Américo Lourenço Masset. *Princípios constitucionais tributários*. 2. ed. São Paulo: Malheiros, 2000.

MACHADO, Paulo Affonso Leme. *Direito ambiental brasileiro*. 24. ed. rev., ampl. e atual. São Paulo: Malheiros, 2016.

MENDES, Gilmar Ferreira. BRANCO, Paulo Gustavo Gonet. *Curso de direito constitucional*. 11. ed. rev. e atual. São Paulo: Saraiva, 2016.

MILARÉ, Édis. *Direito do ambiente*. 10. ed. rev., atual. e ampl. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2015.

MODÉ, Fernando Magalhães. *Tributação ambiental – a função do tributo na proteção do meio ambiente*. Curitiba: Juruá Editora, 2003.

MONTERO, Carlos Eduardo Peralta. *Tributação ambiental: reflexões sobre a introdução da variável ambiental no sistema tributário*. São Paulo: Saraiva, 2014.

MOTTA, Ronaldo Seroa da. RUITENBEEK, Jack. HUBER, Richard. *Uso de instrumentos econômicos na gestão ambiental da América Latina e Caribe: lições e recomendações*. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, Rio de Janeiro, out./1996.

NUSDEO, Fábio. *Curso de economia: introdução ao direito econômico*. 4. ed. rev. e atual. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2005.

TÔRRES, Heleno Taveira (org.). *Direito Tributário Ambiental*. São Paulo: Malheiros, 2005.

O PRINCÍPIO DO PROTETOR RECEBEDOR E SUA POTENCIAL APLICAÇÃO NAS PEQUENAS PROPRIEDADES RURAIS FAMILIARES DE SC

Eduarda Caroline Belotti Zamprogna^{*}

Francis Pierre Ferlin^{**}

Silvana Terezinha Winckler^{***}

Introdução

O planeta vive uma crise de biodiversidade, marcada pela perda veloz de espécies e de ecossistemas inteiros e que piora com a acentuação do desmatamento nos ecossistemas tropicais, onde está presente grande parte da biodiversidade (GANEM, 2011).

Assim como nos demais estados da Federação, em Santa Catarina, o forte interesse econômico impulsiona alterações em relação ao uso do solo, especialmente, devido à baixa valoração das terras compostas por vegetação nativa, por apresentarem restrições quanto às alternativas de usos, o que favorece a destinação destas áreas para outros fins (SIMINSKI, et al, 2010). Conforme descrito por Prigol et al, (2014), Santa Catarina possui uma peculiaridade em relação ao trabalho familiar, sendo este desenvolvido em pequenas propriedades, e possui uma riqueza natural diversa.

Atualmente o panorama das propriedades rurais familiares brasileiras é de instabilidade econômica, pois apresentam grande dificuldade de gestão para a diversificação, tendo em vista a sustentabilidade (KOMINKIEWICZ, 2015).

^{*} Mestranda do PPGCA da UNOCHAPECÓ.

^{**} Mestrando do PPGD da UNOCHAPECÓ.

^{***} Doutora em Direito (UNIVERSIDADE DE BARCELONA). Professora do PPGD e do PPGCA da UNOCHAPECÓ. Pesquisadora do Grupo de Pesquisa Direito, Democracia e Participação Cidadã (UNOCHAPECÓ).

Em seus estudos, Foz (2012) observou que as propriedades agrícolas familiares encontram-se limitadas a pequenas porções de terra e, em função das obrigações legais de adequação às medidas ambientais, grande parte dos agricultores tem resistência a destinar parte de suas terras para iniciativas voltadas à restauração da vegetação.

Moraes et al, (2015) falam sobre a relevância de análises sobre a viabilidade do Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) como um dos mecanismos de proteção ambiental, tornado-se essencial que seja ampliado o conhecimento a respeito das técnicas já implementadas no Brasil.

Como já descrito por Rech (2012), o PSA, como instrumento de preservação e conservação do meio ambiente, assim como seu próprio valor econômico, são assuntos amplamente discutidas. O que é necessário é firmar instrumentos legais existentes e instituir novos, que viabilizem seu valor no mercado e possibilitem seu pagamento.

O PSA é resultado direto da observação do princípio preservador-recebedor, que revela nova tendência do Direito Ambiental. Nesta, alia-se a ideia de comando e controle, que visa o desencorajamento das condutas danosas, aos instrumentos econômicos, que pretendem promover a melhoria da qualidade ambiental. Altmann (2012), quando se reporta ao princípio do preservador-recebedor, lembra que “esse novo princípio tem como ideia central conferir uma retribuição àqueles que se empenham na melhoria da qualidade ambiental”. E é exatamente essa a ideia que envolve a efetivação do PSA na realidade das pequenas propriedades rurais catarinenses.

Princípio protetor-recebedor

A grande preocupação com o meio ambiente, que iniciou no final da década de 60 e início dos anos de 1970, foi o marco inicial do Direito Ambiental. A Conferência de Estocolmo, de 1972, tornou-se um direito consolidado, com normas mandatórias e inseparáveis e que tem evoluído para o modelo comando e controle, instituindo direitos e deveres a serem cumpridos para a garantia do direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado para todos (SOUZA, 2014).

Em Estocolmo as discussões estavam voltadas às opiniões que confrontavam, em blocos opostos, países ricos e pobres e à importância e urgência dos assuntos ambientais, sem nenhum prognóstico do que

aconteceria posteriormente com o surgimento de economias “emergentes”, concomitante ao fim do “segundo mundo” (VEIGA, 2014).

Observava-se, já naquela época, a incapacidade de instrumentos de normatização aptos a restringir os procedimentos prejudiciais ao ambiente, decorrentes do uso de tecnologias sem o domínio de suas consequências. Havia, também, a percepção da escassez dos bens ambientais, que amplia a necessidade de uma tutela estatal do meio ambiente, considerando, fundamentalmente, a instituição de mecanismos que coíbam a disseminação do temor daquilo que não é reconhecido e da carência dos recursos naturais e limitação das funções ambientais (HUPFFER, 2011).

Em relação à legislação federal, o Brasil se destaca, tendo criado o primeiro Código Florestal, o qual define o limite biofísico mínimo do ambientalmente bom, instituindo demanda por conservação de ecossistemas nativos e distinguindo a função destes para a manutenção dos serviços ambientais, para o bem-estar coletivo das gerações que virão (MMA, 2011). Valeri et al, (2014) sugerem que, devido à reformulação do Código Florestal, seja obrigatória a implementação e a manutenção de corredores ecológicos para que as áreas de vegetação nativa tenham conectividade entre si, evitando o isolamento, e que seja estabelecida uma zona de amortecimento ao redor dessas áreas.

Como mencionado por Merida (2014), no Brasil, a Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa e dá outras providências, apesar de ter revogado o Código Florestal de 1965, revelou avanço significativo na questão do pagamento por serviços ambientais.

Silva et al, (2014), explicam que o Princípio do Preservador-Recebedor surgiu como marco inovador no ordenamento jurídico ambiental, uma vez que tem por intuito a economia ecológica e a democratização ambiental, primando pela interdependência entre a economia e a ecologia, como quesito promissor de justiça ambiental.

O Princípio do Protetor-Recebedor busca o pagamento por serviços ambientais, como uma forma mais eficaz de multiplicar agentes motivados a preservar a natureza, para que ela continue prestando serviços indispensáveis à preservação da biodiversidade e da própria dignidade humana (RECH, 2012).

De acordo com esse Princípio, o agente público ou privado que abriga um bem natural em prol da comunidade, por meio de práticas que

conservem a natureza, deve receber incentivos pelo serviço de proteção ambiental prestado (FAGNELLO, 2007).

O Princípio do Protetor-Recebedor apresenta-se como um dos instrumentos mais promissores de concretização de fins ambientais, uma vez que traz à questão a contrapartida financeira que torna atrativa a ação ambiental (SOUZA, 2014).

Pagiola (2013) afirma em seus estudos que o Brasil ampliou, nos últimos anos, a variedade de organismos inovadores para a conservação, e que está progredindo rapidamente na área, particularmente nos níveis estadual e municipal. Para o autor, as probabilidades de alargamento dos projetos, assim como de sua multiplicação para outros lugares em todo o mundo, são extremamente significativas e apresentam o benefício do agrupamento dos aprendizados que o processo tem trazido.

Contudo, Bernardes (2010) pondera que no Brasil as iniciativas de PSA direcionadas à conservação de bacias hidrográficas estão sendo realizadas em diferentes locais e com modificações nas adaptações institucionais e metodológicos, sendo a dificuldade de acesso às informações destes programas, especialmente em relação ao monitoramento e gestão dos recursos financeiros, presentes em todas as situações analisadas.

O pagamento por serviços ambientais (PSA) em Santa Catarina

A partir das Leis nº 14.675, de 2009, que institui o Código Estadual do Meio Ambiente, e nº 15.133/10, que institui a Política Estadual de Serviços Ambientais e regulamenta o Programa Estadual de Pagamento por Serviços Ambientais no Estado de Santa Catarina, além dos Decretos Estaduais nº 2.957 e nº 2.956, os quais estabelecem o Corredor Ecológico Chapecó e o Corredor Ecológico Timbó, respectivamente, Santa Catarina passa a implementar o Programa Corredores Ecológicos, tendo como meta central a efetivação da proposta de Pagamento por Serviços Ambientais a pequenos agricultores familiares localizados nestas duas áreas de abrangência.

Como justificativa, a implementação de PSA tem ganhado maior destaque como instrumento econômico complementar para a redução da degradação e para o incentivo às atitudes de conservação, recuperação e uso sustentável de ecossistemas naturais, sendo essas ações difundidas por toda parte do mundo, incluindo o Brasil (MMA, 2011). Em virtude dos

benefícios prestados, ações de PSA têm sido implementadas por diversas instituições e governos no mundo, com a finalidade de melhoria da gestão do patrimônio ambiental. A Costa Rica foi um dos primeiros países a colocar em prática o PSA para fins de conservação de florestas (ALMEIDA, et al, 2015).

A prática de benefícios econômicos tem recebido destaque na área ambiental, especialmente após a compreensão do Princípio do Protetor-Recebedor, que dá embasamento ao Pagamento por Serviços Ambientais (PSA), o qual remunera aquele que desenvolveu um comportamento ambientalmente positivo (HUPFFER, 2011). Conforme descrito por Hempel et al, (2006), a adoção de mecanismos econômicos na gestão ambiental contribui para suavizar fatores que induzam à perda da biodiversidade.

Em virtude do aumento da degradação do meio ambiente, torna-se necessária uma maior e mais eficiente tutela dos recursos ambientais pelo Poder público e pela coletividade, sendo essenciais as regras de amparo ao meio ambiente (SILVA, et al, 2014).

Assim como observado por Gama et al, (2014), quando o Estado propõe benefícios econômicos às pessoas físicas e jurídicas que exercem seu papel social evitando a poluição e a degradação ambiental, além de um vasto programa de informação e de conscientização da sociedade, permite repensar a ideia de que a proteção ambiental é onerosa e não fornece compensações.

Pode-se dizer que o PSA é uma ferramenta que possibilita uma solução semelhante à de mercado para a problemática ambiental, por meio da invenção de um princípio de preços, o qual estimula os agentes na tomada de decisões ambientalmente adequadas (PEIXOTO, 2011).

Moraes (2012) descreve o motivo pelo qual os programas de PSA se diferenciam dos demais programas e projetos de gestão ambiental e de políticas ambientais: sua caracterização preventiva, voluntária e não punitiva.

Uma das alterações do Código Florestal foi efetivada em relação à proteção dos recursos hídricos, pois as áreas de preservação permanentes (APP's) começam a exercer função de proteção da biodiversidade, funcionando como habitats e como corredores de biodiversidade, proporcionando ligação ente os fragmentos florestais, reservas legais e mesmo Unidades de Conservação, devido ao seu arranjo geográfico significativo existente na paisagem (FRANCO, 2012).

Nesse sentido, Bianchi (2013) acrescenta que as APP's são extremamente importantes para a conservação dos recursos hídricos, sendo responsáveis pela preservação da qualidade e recarga das águas, pela conservação da vegetação e da fauna, pela redução da erosão hídrica e pela melhoria da capacidade de diluição de poluentes, além de funcionarem como agentes reguladores da vazão fluvial e, conseqüentemente, das cheias, preservadora das condições sanitárias para o desenvolvimento humano nos centros urbanos.

Em seus estudos, Valeri et al, (2014) constata a relevância de corredores ecológicos como sendo mecanismos eficazes para o planejamento regional para fins de conservação de flora e fauna.

Conforme descrito no Manual Operativo do Programa Santa Catarina Rural (2013), o conceito de Corredor Ecológico se refere a um princípio de gestão da paisagem, no qual a conservação da permeabilidade da matriz e o acréscimo de conectividade, por meio de instrumento econômico, tem a finalidade de valorizar ativos ambientais e, especialmente, os recursos florestais.

Para a pesquisadora Alarcon (2014), tornar públicos os variados serviços provenientes das florestas tornar-se-á essencial para que as comunidades locais valorizem os serviços culturais e estéticos das formações florestais, já que o reconhecimento destes serviços é capaz de chamar a atenção para estes locais.

O PSA e suas contribuições para o desenvolvimento sustentável

Grande parte das pessoas não se atém aos serviços que são prestados pela natureza, já que esta não se manifesta. Contudo, tais serviços são fundamentais à vida no Planeta e sua ausência evidencia os riscos de extinção de toda fauna e flora (COSTA, 2011). A questão é que em muitos episódios de exploração coletiva de bens comuns por afluência humana que deles dependem para sobreviver não foi verificado nenhum risco de falência de recurso natural (VEIGA, 2014).

Constata-se que durante um longo tempo a humanidade vem recebendo estes serviços de forma gratuita, sem nada pagar por eles e, exatamente por isso, sem considerá-los na contabilidade das ações empreendidas (NETO, 2008).

De acordo com Costa (2011), produtos ambientais são aqueles disponibilizados pelos ecossistemas e que são aproveitados pelo ser

humano para seu consumo ou comercialização (madeira, frutos, peles, carne, sementes, medicina, entre outros), os quais compõem o embasamento de uma importante fonte de renda para a sociedade.

Quando o ganho da conservação for superior ao ganho potencial em relação a outros usos da floresta, torna-se interessante manter a floresta em pé, ao invés de destruí-la para outras finalidades e, assim, preservar será algo rentável e não apenas ideologia filantrópica (SOUZA, 2014).

É imprescindível perceber que o fato da qualidade de vida humana ter melhorado nos últimos anos foi decorrente de intensas mudanças no ambiente natural, uma vez que o bem-estar da humanidade está diretamente relacionado aos serviços ecossistêmicos prestados (ALTMANN, 2012).

Assim como sugerido por Moraes (2012), programas de PSA devem priorizar os agricultores familiares, uma vez que, neste caso, os recursos financeiros geralmente são limitados e nestes empreendimentos é preciso que haja diversificação e geração de renda, a fim de oportunizar trabalho para toda a família, com um custo de conveniência muito baixo.

É interessante ressaltar a função social da propriedade rural (art. 186), que até então era restrita à obrigação de produção (com a conversão de áreas florestais – desmatamento), e agora passa a congrega também a função de preservar o meio ambiente, diante a observância das normas jurídicas ambientais (FRANCO, 2012).

Assim, o pagamento de serviços ambientais prestados pode ser considerado um novo modelo na proteção ambiental, com o intuito de reparação ou de compensação em virtude da conservação e restauração do meio ambiente, permitindo o uso da natureza de forma sustentável (COSTA, 2011).

Para Peralta (2014), a problemática ambiental deve ser considerada desde a questão ética, jurídica, econômica e política; onde a solução deverá estar ligada à aceitação de um critério racional, regulado pelo conceito da responsabilidade com o outro – as futuras gerações, as outras espécies e a natureza –, possibilitando um desenvolvimento econômico e social, respeitando os perímetros da sustentabilidade ambiental.

Em seus estudos, Merida (2014) descreveu o termo “sustentável”, o qual é originário do latim sustentare e significa sustentar; defender; favorecer, apoiar; conservar, cuidar.

A relação entre a existência dos corredores ecológicos e o princípio do desenvolvimento sustentável confirma que é fundamental a formulação de metas para o desenvolvimento das culturas agropecuárias, permitindo o deslocamento da fauna por meio dos corredores ecológicos, com o objetivo de unir todas as áreas florestais e ambientais, onde houver vegetação florestal, sendo estes locais específicos para o desenvolvimento da vida animal (VALERI, et al, 2014).

Outra importante contribuição do Programa de PSA é o incentivo à diversificação da produção agrícola, com redução do uso de produtos químicos, tendo por interesse o aumento nos rendimentos do agricultor com o respeito à legislação ambiental vigente (JODAS, 2010).

No caso específico de Santa Catarina, as principais problemáticas ambientais identificadas nas pequenas propriedades rurais familiares, são determinantes na limitação do desenvolvimento do Estado, como a escassez de água, o comprometimento da sua qualidade e a descaracterização dos principais ecossistemas, com perda da biodiversidade (ESTADO DE SANTA CATARINA, 2013).

Neste sentido, ainda conforme informações do próprio Estado (2013), a implementação dos Corredores Ecológicos de Santa Catarina buscou desenvolver ações visando promover a regularização das pequenas propriedades às exigências legais, seja na averbação das reservas legais, manutenção ou recomposição de matas ciliares e outras Áreas de Preservação Permanente (APP's).

Em sua tese, Alarcon (2014) entrevistou produtores rurais participantes do Corredor Ecológico Chapecó, os quais conferiram quantidade plausível de benefícios às florestas em suas propriedades. Segundo eles, a renda e o uso dos recursos florestais foram os itens que permitem melhor percepção acerca dos serviços ambientais provenientes das florestas. Ainda, para a autora, uma questão bem evidente vivenciada junto aos produtores rurais entrevistados, diz respeito à perda do conhecimento ecológico quanto às espécies pelas atuais gerações e facilidade de acesso aos centros urbanos, facilitando assim o consumo de produtos adquiridos no comércio.

Por fim, os programas e projetos de PSA não significam apenas um importante instrumento de preservação ambiental, mas representam o quão fundamental é a preservação dos recursos hídricos, atendendo, assim, os interesses das populações rurais e urbanas, sendo estas as principais usuárias e beneficiárias dos serviços ambientais.

Conclusão

O avanço no aspecto ambiental observado nas últimas décadas demonstra que iniciativas de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) têm contribuído significativamente para a melhoria da qualidade de vida humana, uma vez que tem ampliada a conservação dos recursos naturais (água, solo, fauna, flora) e, com isso, minimizando as problemáticas ambientais que tanto influenciam nas condições de vida do planeta.

Diversos são os programas e projetos de PSA desenvolvidos não somente no Brasil, mas em várias partes do mundo. Contudo, as experiências ainda são tímidas, pouco difundidas e isoladas, sendo voluntária a adesão aos programas existentes.

Sugere-se um aprofundamento em relação aos benefícios e dificuldades apontadas na implementação do Princípio de Pagador-Recebedor, em especial, na região do Corredor Ecológico Chapecó, bem como, da metodologia adotada e da identificação dos provedores do pagamento, uma vez que a efetividade da valoração destes serviços prestados pelos remanescentes florestais reproduz o sucesso e a continuidade deste tipo de iniciativa em prol do tripé da sustentabilidade: social, econômico e ambiental.

Referências

ALARCON, G. G. *É pagando que se preserva?* Limitações e oportunidades do pagamento por serviços ambientais como instrumento de conservação de recursos florestais no corredor ecológico Chapecó, Santa Catarina. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Catarina, 2014.

ALARCON, G. G.; DA-RÉ, M. A.; FUKAHORI, S. T. I. *Análise de instrumentos de mercado na gestão do corredor ecológico Chapecó, Santa Catarina, Brasil.* Sustentabilidade em Debate – Brasília, v. 4, n. 1, p. 117-138, jan/jun 2013.

ALMEIDA, M. R. R. E.; SILVA, R. F.; SANTOS, A. C. dos. *Análise do potencial de implantação de projetos de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) na região de Uberlândia.* 15º Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia e Ambiental, Bento Gonçalves/RS, 2015.

ALTMANN, A. Princípio do preservador-recebedor: contribuições para a consolidação de um novo princípio de direito ambiental a partir do sistema

de pagamento por serviços ambientais. In: SILVEIRA, Eduardo Malinverni da (Org.). *Princípios do direito ambiental*. Caxias do Sul, RS: EDUCS, 2012.

AYRES, J. M.; FONSECA, G. A. B. da; RYLANDS, A. B.; QUEIROZ, H. L.; PINTO, L. P.; MASTERSON, D.; CAVALCANTI, R. B. *Os corredores ecológicos das florestas tropicais do Brasil*. Sociedade Civil Mamirauá, Belém, PA. 2005, 256p.

BERNARDES, C.; SOUSA JÚNIOR, W. C. de. *Pagamento por serviços ambientais: experiências brasileiras relacionadas à água*. ENCONTRO NACIONAL DA ANPPAS, v. 5, p. 4-7, 2010.

BIANCHI, p. N. L. *Arcabouço legal de Projetos de PSA*: Resumo de Consultoria. São José dos Campos, 2013.

BRASIL, Novo Código Florestal. Lei n 12.651, de 25 de maio de 2012. *Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa*, p. 2.166-67, 1981.

COSTA, V. A. Pagamento de serviços ambientais e o princípio constitucional do desenvolvimento sustentável. *Revista brasileira de direito constitucional*, v. 18, n. 1, p. 13-21, 2011.

ESTADO DE SANTA CATARINA – Secretaria de Estado da Agricultura e da Pesca, Programa Santa Catarina Rural – SC Rural. *Manual Operativo Programa SC Rural*. Versão 3. Edição revisada – julho de 2013.

ESTADO DE SANTA CATARINA. *Decreto Estadual nº 2.956 de 20 de janeiro de 2010*. Disponível em: <<http://servero3.pge.sc.gov.br>>. Acesso em: 12 de março de 2017.

ESTADO DE SANTA CATARINA. *Decreto Estadual nº 2.957 de 20 de janeiro de 2010*. Disponível em: <<http://servero3.pge.sc.gov.br>>. Acesso em: 12 de março de 2017.

ESTADO DE SANTA CATARINA. *Lei nº 14.675, de 13 de abril de 2009*. Disponível em: <<http://www.pge.sc.gov.br>>. Acesso em: 12 de março de 2017.

ESTADO DE SANTA CATARINA. *Lei Nº 15.133, de 19 de janeiro de 2010*. Disponível em: <<http://servero3.pge.sc.gov.br>>. Acesso em: 12 de março de 2017.

FAGNELLO, C. R. F. *Fundamentação da cobrança pelo uso da água na agricultura irrigada, na microbacia do Ribeirão dos Marins*. Piracicaba/SP. Piracicaba: USP. Tese de Doutorado, 2007.

FOZ, N. V. *Aplicação do novo Código Florestal em pequenas propriedades familiares: Estudo de caso na microbacia Lajeado Pessegueiro em Guarujá do Sul/SC*. Florianópolis, 2012.

FRANCO, J. G de O. Aspectos prático-jurídicos da implantação de um sistema de pagamento por serviços ambientais com base em estudo de caso. *Revista Direito Ambiental e Sociedade*, v. 2, n. 1, p. 200-256, 2012.

GAMA, A. F.; MARTINEZO, R. C. *Princípio do Protetor-Recebedor e a implantação de incentivos fiscais para a efetivação dos objetivos da Política Nacional Dos Resíduos Sólidos*. 14º Congresso Nacional de Iniciação Científica, 2014.

GANEM, R. S. *Conservação da biodiversidade: legislação e políticas públicas*. Biblioteca Digital da Câmara dos Deputados, Brasília, 2011.

HEMPEL, W. B.; MAYORGA, M. I. de O.; AQUINO, M. D. de.; CABRAL, N. R. A. J. *A importância do ICMS ecológico como instrumento de compensação financeira na aplicação do Princípio Protetor – Recebedor*. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, BRASIL, 2006.

HUPFFER, H. M.; WEYERMULLER, A. R.; WACLAWOVSKY, W. G. *Uma análise sistêmica do princípio do protetor-recebedor na institucionalização de programas de compensação por serviços ambientais*. *Ambiente & Sociedade*. v. 19, n.1, p. 95-114. 2011.

JODAS, N. Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) como ferramenta efetiva à aplicabilidade do Código Florestal Brasileiro: Uma proposta combativa ao Projeto De Lei 1876/99. Relatos da experiência pioneira de PSA no município de Londrina – PR. *Revista de Direito Público*, Londrina, v. 5, n. 3, p. 66-80, dez. 2010.

KOMINKIEWICZ, F. *Paradigmas da gestão de propriedades rurais familiares*. Curitiba, 2015.

MERIDA, C. *O Pagamento Por Serviços Ambientais como instrumento de efetividade do desenvolvimento sustentável em Rio Verde, Goiás*. Goiânia, 2014.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. *Pagamentos por Serviços Ambientais na Mata Atlântica: lições aprendidas e desafios*. Fátima Becker Guedes e Susan Edda Seehusen; Organizadoras. Brasília, 2011.

MORAES, A. R. de.; MOREIRA, R. *O Pagamento Por Serviços Ambientais como instrumento de gestão ambiental no Estado de Mato Grosso Do Sul*. VI Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental. Porto Alegre/RS, 2015.

MORAES, J. L. A. de. Pagamento por serviços ambientais (PSA) como instrumento de política de desenvolvimento sustentável dos territórios rurais: o projeto protetor das águas de Vera Cruz, RS. *Sustentabilidade em Debate*, v. 3, n. 1, p. 43-56, 2012.

NETO, F. C. da V. *A construção dos mercados de serviços ambientais e suas implicações para o desenvolvimento sustentável no Brasil*. Rio de Janeiro, Tese (Doutorado). CPDA. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. 380p, 2008.

PAGIOLA, S.; VON GLEHN, H. C.; TAFFARELLO, D. *Experiências de pagamentos por serviços ambientais no Brasil*. São Paulo: SMA/CBRN, p. 274, 2013.

PEIXOTO, M. Pagamento por Serviços Ambientais – Aspectos teóricos e proposições legislativas. *Textos para Discussão – Núcleo de Estudos e Pesquisas do Senado Federal*, v. 7, 2011.

PERALTA, C. E. *O pagamento por serviços ambientais como instrumento para orientar a sustentabilidade ambiental: a experiência da Costa Rica*. Direito e mudanças climáticas: pagamento por serviços ambientais: experiências locais e latino-americanas. São Paulo: Instituto O Direito por um Planeta Verde, 2014.

PLANO DE GESTÃO – Corredor ecológico da bacia do rio chapecó. Socioambiental Consultores Associados, Florianópolis, agosto de 2009.

PRIGOL, K.; SIMIONI, F. J. Resultados econômicos de propriedades rurais familiares na região oeste de Santa Catarina. *Organizações Rurais & Agroindustriais*, vol. 16, núm. 4, Universidade Federal de Lavras – Minas Gerais, Brasil, 2014, pp. 496.

RECH, A. U. O valor econômico e a natureza jurídica dos serviços ambientais. *Revista Jurídica Orbis*, v. 2, n. 2, p. 182-202, 2012.

SILVA, A. B. da.; SILVEIRA, E. D. da. *O Princípio Do Protetor Recebedor e sua potencial aplicação no licenciamento ambiental de indústrias de beneficiamento de resíduos no Estado do Amazonas*. Direito E Sustentabilidade II: XXIII Congresso Nacional do CONPEDI. Universidade Federal da Paraíba – UFPB – João Pessoa – PB, 2014. Disponível em: <<http://www.publicadireito.com.br>>. Acesso em 10 de março de 2017.

SIMINSKI, A.; FANTINI, A. C. A Mata Atlântica cede lugar a outros usos da terra em Santa Catarina, Brasil. *Biotemas*, 23 (2): 51-59, junho de 2010.

SOUZA, K. K. H. *O Princípio do Protetor Receptor: Pagamento Por Serviços Ambientais e o Programa UN-REDD*. Direito E Sustentabilidade II: XXIII Congresso Nacional do CONPEDI. Universidade Federal da Paraíba – UFPB – João Pessoa – PB, 2014. Disponível em: <<http://publicadireito.com.br>>. Acesso em 09 de março de 2017.

VALERI, S. V.; SENÔ, M. A. A. F. *A importância dos corredores ecológicos para a fauna e a sustentabilidade de remanescentes florestais*. 2004.

VEIGA, J. E. da. *O âmago da sustentabilidade*. Estudos avançados, v. 28, n. 82, p. 7-23, 2014.

REDES DE COMUNICAÇÃO DIGITAIS E DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA NA DEMOCRATIZAÇÃO DO CONHECIMENTO: UMA ANÁLISE DO PROGRAMA DE WEBTV “NANOTECNOLOGIA DO AVESSO” DA RENANOSOMA

Juliana Correia Almeida e Silva*

Introdução

Redes horizontais de comunicação multidirecional potencializam as interações e transformam a estrutura social. Um grande exemplo disso diz respeito aos diversos movimentos sociais originados pela internet que eclodiram em várias partes do mundo. São movimentos urbanos que têm a distinção reivindicatória própria dos movimentos sociais tradicionais, mas que têm como característica principal de ação coletiva a mobilização pela internet e suas diversas ferramentas de comunicação. Os dispositivos móveis potencializaram essa relação de proximidade, na medida em que, o Wi-Fi e as tecnologias 3G e 4G promovem o controle informacional locativo, ou seja, o ciberespaço está sempre presente no cotidiano do indivíduo onde quer que haja disponibilidade de acesso. Percebe-se, também, uma mudança nas descrições dos processos envolvendo o uso cotidiano das tecnologias mediadas por computadores.

Se nos anos 90, com a difusão da acessibilidade à Internet, o foco ainda era no desenvolvimento e aperfeiçoamento das tecnologias, hoje, há um grande foco dos fluxos, nas interações sociais e distribuição do conhecimento. Nem sempre as relações se dão pelo sentido de comunidade, afinidade. As sociabilidades em rede adquirem características bastante efêmeras em um contexto que envolve informação, afetividade, diversão, trabalho, etc. Portanto, a sociedade moderna caracteriza-se pela estreita relação entre desenvolvimento, ciência e técnica. O rápido avanço da nanotecnologia, por exemplo, é considerado uma nova revolução científica que movimenta várias áreas do conhecimento e montante

* Doutoranda do PPGS (UFS). Bolsista CAPES.

considerável de capital, despertando interesses conflitantes em todo o mundo. As discussões sobre nanotecnologia são muito presentes na internet e da mesma forma conflitantes nas abordagens que envolvem o produtor, a técnica, ética, efeitos ambientais, na saúde do consumidor e trabalhadores.

A metodologia aplicada ao objeto desse artigo, parte do levantamento dos programas veiculados e uma análise das áreas do conhecimento abordadas a partir dos objetivos transdisciplinares propostos pela Rede Nacional de Nanotecnologia Sociedade e Meio Ambiente (Renanosoma). Pretende-se uma análise qualitativa dos resultados para entender os as relações de propagação da rede na divulgação da nanociência e nanotecnologia.

Sociabilidades em rede e “espaço de autonomia”

Para definir o que é cibercultura, Levy (1999) faz uma análise da virtualidade como elemento que não se opõe a realidade, mas a complementa. Nessa perspectiva, o autor parte da definição do termo ‘virtual’ sob três égides: técnico – ligado à informática; corrente – que tem sentido de irrealidade e o filosófico – que considera o virtual como algo que potencialmente pode existir (nessa perspectiva o virtual não se opõe ao real, mas a atualidade). A cibercultura surge da confusão desses três sentidos dentro de um universo “desterritorializado” que potencialmente gera relações concretas sem a prisão do tempo e de um espaço particular.

O mundo virtual simula o mundo real da mesma maneira que o altera de acordo com as necessidades. Levy (1999) aponta, como exemplo, a possibilidade de explorar uma imagem virtual muito diferente da aparência física cotidiana, inclusive simular relações simbólicas que promovam uma espécie de comunicação que se reconfigura em torno de um universo de signos compartilhados, assim,

As duas características distintivas do mundo virtual, em sentido mais amplo, são a imersão e a navegação por proximidade. Os indivíduos ou grupos participantes são imersos em um mundo virtual, ou seja, eles possuem uma imagem de si mesmos e de sua situação. Cada ato do indivíduo ou do grupo modifica o mundo virtual e sua imagem no mundo virtual. Na navegação por proximidade, o mundo virtual orienta os atos dos indivíduos ou do grupo. (LEVY, 1999, p. 72)

Mas o que é virtual? Essa pergunta é complexa a há espaço para muitas discussões em torno das sociabilidades em rede. Levy (1996)

destaca que a virtualização ultrapassa a informatização, na medida em que, atinge de forma ampla as modalidades de estar junto (LEVY, 1996). São comunidades virtuais, empresas virtuais e outras formas de organizações que ultrapassam os limites da informatização. Portanto, virtualizar significa, em sua essência, não uma espécie de transformação da realidade em algo ‘possível’, mas problematiza a atualidade¹.

A virtualização apresenta, para Levy (1996), o desprendimento do aqui e agora. Mas isso não enfraquece a base de afinidades. Mesmo estando no campo do “não-presente” há um misto de sentimentos e envolvimento por parte das comunidades em rede. “A virtualização reinventa a cultura nômade, não por uma volta ao paleolítico nem às antigas civilizações de pastores, mas fazendo surgir um meio de interações sociais onde as relações se configuram com um mínimo de inércia” (LEVY, 1996, p. 20-21). Essas interações sociais adquirem características próprias que refletem as possibilidades das redes telemáticas: ubiquidade, simultaneidade e distribuição massiva.

O autor destaca, de forma específica, um deslocamento das noções de espaço (presença física) e tempo (ordenador). A sincronização e a interconexão são determinantes para esse ambiente desterritorializado. Mas, nem por isso, pode-se determinar a virtualização como algo imaginário. Até porque esse processo não começa com a informática. Para Levy (1996), a invenção de novas velocidades para o deslocamento humano é o primeiro grau da virtualização e, assim, o desenvolvimento dos meios de comunicação acompanha esse movimento de virtualização da sociedade que caracteriza o ‘sair de uma presença’ (LEVY, 1996, p. 23).

Outra característica importante que é associada à virtualização é o que Levy (1996) chama de “*Efeito Moebius*”. Seria uma mudança significativa nas relações entre o que é público e privado, nas relações objetivas e subjetivas. Se pensar, por exemplo, na relação casa-trabalho teríamos espaços bem definidos que, com o advento da empresa na internet, há um deslocamento desses espaços que se misturam, se compartilham. Esse ‘*Efeito Moebius*’ pode, perfeitamente, ser aplicado às sociabilidades em rede que, como vimos, não há uma distinção entre o que

¹ Para Levy (1996), atualizar consiste em “criação, invenção de uma forma a partir de uma configuração dinâmica das forças e de finalidades” (LEVY, 1996, p. 18).

é público e privado na exposição dos indivíduos que procuram um lugar de destaque e inserção.

O que também chama a atenção é a virtualização do corpo que Levy (1996) descreve como “uma nova etapa na aventura de autocriação que sustenta nossa espécie” (LEVY, 1996, p. 27). A busca de novas formas de relacionar na internet (seja através de jogos, redes sociais, páginas pessoais) promete a experiência de novas modalidades perceptivas. Graças a uma cultura altamente fixada em imagens, os simulacros se misturam as integrações, de forma que, a virtualização do corpo se torna também algo tangível.

Outra perspectiva da virtualização é trazida por Castells (2011). Para este autor, o virtual é o que existe na prática e o real é o que existe de fato. Dessa forma, como a realidade sempre foi percebida através de símbolos, ela é virtual porque esses símbolos formadores da prática de alguma forma se diferenciam da sua definição semântica. Essa definição, de certa forma, traz a virtualização para um campo epistemológico que independe da informatização.

É claro que o desenvolvimento das tecnologias da informação potencializa essas dimensões. Redes horizontais de comunicação multidirecional (CASTELLS, 2013) potencializam as interações e transformam a estrutura social. Um grande exemplo disso diz respeito aos recentes movimentos sociais organizados pela internet que aconteceram em várias partes do mundo a partir de 2011². São movimentos urbanos que têm a característica reivindicatória própria dos movimentos sociais tradicionais, mas que tem um núcleo de organização descentrado, sem uma instituição representativa no comando ou organização.

Castells (2013) chama de “espaço de autonomia” essa nova forma de engajamento e articulação de grande quantidade de pessoas através da mobilização feita na internet. A potencialização do que é articulado no “virtual”, em rede, ganha corpo e locais definidos na ocupação do espaço urbano, através das manifestações nas ruas. O autor chama de “rede das redes” (CASTELLS, 2013, p. 160) esse tipo de movimento que se articula sem um núcleo centralizado, sem liderança formal. Assim,

² Os movimentos eclodiram com a chamada “Primavera Árabe”, que mobilizou milhares de pessoas para derrubar ditadores da Tunísia e Egito, em 2011.

O espaço do movimento é sempre feito de uma interação do espaço dos fluxos na internet e nas redes de comunicação sem fio com o espaço dos lugares ocupados e dos prédios simbólicos visados em seus atos de protestos. Esse híbrido de cibernética e espaço urbano constitui um terceiro espaço, a que dou o nome de espaço da autonomia, porque só se pode garantir autonomia pela capacidade de se organizar no espaço livre das redes de comunicação; mas, ao mesmo tempo, ela pode ser exercida como força transformadora, desafiando a ordem institucional disciplinar, ao reclamar o espaço da cidade para seus cidadãos. (CASTELLS, 2013, p. 160-161)

Há características definidas que transformam os movimentos sociais criados nesse “espaço de autonomia” (CASTELLS, 2013). Seria uma nova forma espacial dos movimentos sociais que são articulados na rede. 1. Simultaneidade local e global: como essa organização é desterritorializada, a possibilidade de acesso às informações se torna cada vez mais fácil e viral. Para o autor, esses movimentos surgem com motivos locais, a partir de demandas mais restritas (como, por exemplo, o preço da tarifa de ônibus), mas, também são globais porque, através da rede, é possível compartilhar experiências e estimular o envolvimento e outros tipos de mobilizações; 2. Espontâneos em sua origem: Castells (2013) analisa a gênese desses movimentos que são gerados a partir da indignação compartilhada na rede e o poder do YouTube³, por exemplo, foi fundamental no início dos movimentos; 3. Os movimentos são virais: o caráter difuso das manifestações segue a lógica das redes na internet. Assim, a “aproximação” de manifestações em outros lugares estimula a mobilização. Isso se percebeu nos movimentos que foram deflagrados em países como Egito, Espanha e Brasil.

Há outras características que Castells (2013) aponta como a profunda autorreflexividade e o companheirismo que surgem “nas redes horizontais, multimodais, tanto na internet quanto no espaço urbano” (CASTELLS, 2013, p. 163). Portanto, a ação do indivíduo no “espaço de autonomia” abre caminho para a não dependência das instituições, a descentralização das

³ Site de compartilhamento de vídeos aberto aos usuários. Segundo estatísticas do próprio site, mais de um bilhão de pessoas acessam mensalmente. Mais de seis bilhões de horas de vídeo são assistidas a cada mês no YouTube. Cem horas de vídeo são enviadas ao YouTube a cada minuto. Disponível em <<https://www.youtube.com>>, acesso em 06/01/2014.

ações em torno do bem comum. Nesse caso, há uma individualização⁴ dos projetos adaptados à ação coletiva.

A comunicação e interatividade pelos dispositivos móveis, cada vez mais dotados de tecnologia para o usuário se manter conectado durante todo o tempo, amplia de forma significativa esse tipo de sociabilidade, cuja justaposição se dá por interesses comuns e não por aproximação. Castells (2013) deixa claro que os SNS (Social Networking Sites⁵) se tornaram plataformas de todo tipo de manifestações e que instituiu a cultura do compartilhamento.

Os usuários dos SNS transcendem o tempo e o espaço, mas produzem conteúdo, estabelecem vínculos e conectam práticas. Temos agora um mundo permanentemente em rede em cada dimensão da experiência humana. As pessoas em suas redes evoluem conjuntamente em interações múltiplas e constantes. (CASTELLS, 2013, p. 169).

Canclini (2008) também analisa as alterações nas mobilizações sociais mediadas pelas redes sociais digitais. Muito mais do que trazer novos paradigmas nas formas de encontra-se, escrever e falar, as “mobilizações relâmpago” ou “*flash mobs*” (CANCLINI, 2008) são organizadas pelas redes de comunicação digital para uma série de reivindicações e mobilizações que, mesmo fora da mídia, há um grande apelo popular.

No âmbito da cultura de consumo, o indivíduo moderno tem consciência de que se comunica não apenas por meio de suas roupas, mas também através de sua casa, seu mobiliário, decoração carro e outras atividades, que serão interpretadas e classificadas em termos da presença ou falta de gosto. A preocupação em convencionar um estilo de vida e uma consciência de si estilizada não se encontra apenas entre os jovens e os abastados; a publicidade da cultura de consumo sugere que cada um de nós tem a oportunidade de aperfeiçoar e exprimir a si próprio, seja qual foi a idade ou origem de

⁴ Castells (2013) difere individualização de individualismo. Para o autor, o individualismo faz do bem estar próprio o objetivo do projeto particular. Já a individualização está a serviço de ideais comuns, para preservar o meio ambiente, por exemplo.

⁵ “Os SNS são construídos pelos próprios usuários a partir de critérios de combinação específicos e de redes de amizades mais amplas, projetadas por pessoas, com base em plataformas fornecidas por empresários da comunicação livre, com diferentes níveis de constituição de perfis e privacidade” (CASTELLS, 2013, p. 169).

classe. Este é o mundo dos homens e das mulheres que procuram a última novidade em termos de relacionamentos e experiências. (FEATHERSTONE, 1995, p. 123)

Ao analisar como as sociabilidades em rede podem se “materializar” nas práticas sociais, abre-se a possibilidade de um questionamento: há um padrão emergente de novas formas de organização social em quem está conectado em rede de múltiplas formas (celular, computador, tablets)?

Nas chamadas “paisagens pós-urbanas” (FELICE, 2009), a cibercultura aparece no contexto social provocando importantes mudanças que se podem considerar tão fundamentais quantos outros importantes momentos históricos que impulsionaram o desenvolvimento. O autor chama habitar atópico⁶ a forma de incorporar a cibercultura nas paisagens urbanas contemporâneas. Mas, as redes digitais não apenas provocam uma perda de sentido de lugar, pertencimento, mas promovem uma transformação significativa nas relações que envolvem o sujeito com o espaço, o tempo através de uma interação forjada em uma sociabilidade pós-territorial (FELICE, 2009).

Nessa perspectiva, as sociabilidades em rede são incorporadas de forma simbiótica onde o corpo, com o suporte de uma tecnologia de dispositivo móvel, aglomera “a ‘biomassa’ com a ‘infomassa’, numa inter-relação fluida” (FELICE, 2009, p. 211) quando se trata de ambientes onde é possível construir experiências como no site *Second Life*⁷. Portanto, estamos diante de uma forma de habitar que traz uma nova perspectiva de espaço, um espaço desterritorializado fisicamente, mas que é marcado por uma importante mudança na vida cotidiana e nas formas de interações do sujeito. Isso evidencia que, mais do que uma extensão das relações sociais, a cibercultura proporciona novas “sensações” e experiências para os indivíduos que encontram no mundo digital formas de externalizar diversos tipos de comportamentos em diferentes plataformas.

⁶ Na palavra grega a-topos o ‘a’ anula o termo da palavra seguinte e a palavra ‘topos’ significa ‘espaço’, ‘lugar’. A expressão significaria, portanto, uma ausência de espaço (território) (FELICE, 2009).

⁷ Second life é uma espécie de mundo em 3D onde, através da criação de perfis, os avatares se relacionam. Disponível em <http://secondlife.com/index.php?lang=pt-BR>, acesso em 07/01/2014.

Nanotecnologia: a revolução invisível

Há mais de 20 anos começou a se desenvolver um novo ramo da atividade científica com promessas de uma verdadeira revolução tecnológica cujas possibilidades inventivas, perpassam os mais diversos campos do conhecimento e de produção. Trata-se da N&N (nanociência e nanotecnologia) que aparecem como um grande salto em direção ao controle e manipulação de átomos.

Depois de sair da escala dos sonhos e superar a categoria de mito, no século XX os estudos que envolviam o átomo se tornaram uma trajetória científica trilhada por diversos pesquisadores, sobretudo no campo da física. Foi então que, já em 1959, Richard Feynman (Prêmio Nobel de Física no ano de 1965), na Reunião Anual da Sociedade Americana de Física, apresentou as possibilidades na escala nano, sendo esse momento considerado o marco histórico da evolução das nanotecnologias (JUNIOR, 2013, p. 24).

Mas foi em 1981 que os físicos Gerd Binnig e Heinrich Rohrer terminaram a construção do microscópio eletrônico de tunelamento (*scanning tunneling microscope*), que se tornou o referencial para os experimentos nanocientíficos ao possibilitar a manipulação dos átomos de forma individual.

Figura 1: Uma breve cronologia da nanotecnologia

1959	Conferência de Richard Feynman, na Reunião Anual da Sociedade Americana de Física.
1966	Lançamento do filme 'Viagem Fantástica', baseado no livro de Isac Asimov ⁸ .
1974	Norio Taniguchi cunha o termo nanotecnologia.
1981	Criação do microscópio eletrônico de tunelamento.
1985	Descoberta dos fulerenos ⁹ , por Robert Curl, Harold Kroto e Richard Smalley.
1986	Publicação do livro de Eric Drexler, <i>Engines os creation</i> .
2000	Presidente dos Estados Unidos, Clinton, lança no <i>California Institute do Technology</i> a <i>Nacional Nanotechnology Initiative</i> .
2001	Cees Dekker, biofísico holandês, demonstra que os nanotubos poderiam ser usados como transistores ou outros dispositivos eletrônicos.
2001	Equipe da IBM (EUA) constrói rede de transistores usando nanotubos, mostrando mais tarde o primeiro circuito lógico à base de nanotubos.

⁸ O filme tem como roteiro uma equipe de especialistas que entram no corpo humano a bordo de um nanosubmarino nuclear com a finalidade de salvar a vida de um importante cientista;

⁹ Os fulerenos são moléculas estruturadas na forma de "gaiolas", ou seja, elas têm a forma fechada em si. São constituídos por uma rede.

2002 Chad Mirkin, químico da Northwestern University (EUA), desenvolve plataforma baseada em nanopartículas para detecção de doenças contagiosas.

Fonte: (JUNIOR, 2013, p. 30 e 31)

Epistemologicamente, a palavra ‘*nano*’ vem do latim *nanus* e representa coisas muito pequenas. A comunidade científica se apropriou desse prefixo para representar partículas muito pequenas, numa atividade científica chamada de nanociência, que tem como matéria prima e produto a nanotecnologia.

Nano também se apresenta como unidade de medida, um nanômetro (nm) equivale à bilionésima parte de um metro; uma nanoestrutura que pode ser demonstrada, por exemplo, pela dimensão dezenas de mil vezes menor do que a do diâmetro de um fio de cabelo humano

Como toda nova tecnologia, a percepção social que se tem da N&N é de um potencial redentor, isto é, a novidade se apresenta como uma solução para muitos problemas funcionais da humanidade. O que chama a atenção, nesse caso, é o poder de penetração simultaneamente em diversos campos científicos e atividades produtivas. Mas, Silva *et al.* (2014) chama a atenção para a desigualdade desse desenvolvimento,

As nanotecnologias, como tecnologias de ponta, consideradas por muitos estudiosos como uma nova revolução científica, movimentam um montante considerável de capital e despertam interesses conflitantes em todo o mundo. As perspectivas são de que, ainda nessa década, sejam investidos recursos na casa dos trilhões de dólares anuais neste campo, mesmo considerando o cenário mais pessimista. Apesar da importância estratégica do setor, e em grande parte por conta dos custos e das demandas em termos de infraestrutura e formação acadêmica, só uns poucos países têm investido significativamente na pesquisa e desenvolvimento em nanotecnologia. (SILVA; ENGELMANN; CALAZANS, 2014, p. 12)

Estamos diante de uma ordem mundial caracterizada pela globalização e o fenômeno conhecido como ‘sociedade de consumo’ são motores para o desenvolvimento da N&N. Giddens (2002), já alertava das grandes mudanças da modernidade tardia. “As transformações do tempo e do espaço, em conjunto com mecanismos de desencaixe, afastam a vida social da influência de práticas e preceitos preestabelecidos” (GIDDENS, 2002, p. 25). Tais mecanismos deslocam o sujeito social, dentro das esferas pública e privada, para uma realidade carregada de relações simbólicas

onde as trocas acontecem através da perspectiva de uma ideia de integração global e aproximações transacionais.

As analogias simbólicas que esse novo modelo de sociedade “globalizada” traz, causam uma profunda transformação na significação dos bens culturais, os valores de identidade e consumo. Canclini (2008) diferencia globalização de internacionalização, mas estas acabaram provocando profundas transformações na sociedade e nos bens simbólicos. A internacionalização trouxe uma conseqüente redefinição do senso de pertencimento e identidade,

O que diferencia a internacionalização da globalização é que no tempo da internacionalização das culturas nacionais era possível não se estar satisfeito com o que se possuía e procurá-lo em outro lugar. Mas a maioria das mensagens e dos bens que consumíamos era gerada na própria sociedade, e havia alfândegas estritas, leis que protegiam o que se produzia em cada país. Agora o que se produz no mundo todo está aqui e é difícil saber o que é o próprio. A internacionalização foi uma abertura das fronteiras geográficas de cada sociedade para incorporar bens materiais e simbólicos das outras. (CANCLINI, 2008, p. 32)

Uma das principais características da chamada condição pós-moderna (LYOTARD, 1979) remete à reflexão da percepção do tempo e a velocidade da confluência das informações. Para Giddens (2002), a vida nas circunstâncias da modernidade é bem mais compreendida como um problema de contemplação rotineira de contrafactuais, e não implica em uma simples troca de uma “orientação para o passado”, característica das culturas tradicionais, por uma “orientação para o futuro”. É nesse ambiente que os meios de comunicação possuem um importante papel no processo de tornar o “mundo” acessível a qualquer momento.

Os *mass média* e as novas tecnologias mediadas por computador não só possibilitam essa falta de percepção das distâncias por colocar à disposição essas informações, a influência de culturas absolutamente distantes em nível espacial, como também permitem outras perspectivas sobre a representação do mundo. Analisando essa lógica, estamos,

Diante de uma ordem mundial caracterizada pela Globalização da economia, dos mercados, dos interesses do grande capital que une e separa ao mesmo tempo Estado, empresas, sociedades, culturas e interesses políticos, temos que ter consciência que os investimentos para os avanços no campo técnico e científico não fogem a esta lógica e estão voltados para garantir o seu sucesso, devem responder

a necessidade de circulação cada vez mais rápida dos produtos, de garantir sua eficácia ao mesmo tempo que devem manter a fluidez e perenidade dos mesmos, ou seja, sempre inovando e tornando obsoleto o que há bem pouco tempo era considerado novo, ao mesmo tempo, graças a eficácia dos meios de comunicação, deve haver um convencimento aos consumidores de que os produtos oriundos das novas tecnologias, e este é o caso dos produtos que contém elementos nano em sua composição, é o que temos de mais representativo da modernidade. (SILVA; ENGELMANN; CALAZANS, 2014, p. 14)

Portanto, temos a nanotecnologia como importante combustível de grandes mudanças mas, cujos riscos (ambientais, sociais e econômicos) não estão claramente delimitados.

“Nanotecnologia do avesso”

A convergência tecnológica e a popularização da internet possibilitaram uma série de mudanças no tecido social. As informações estão à disposição em qualquer tempo. Assim como a sociedade de consumo faz do ciberespaço um local de hipervisibilidade, também há espaço para a popularização da ciência.

Redes de pesquisadores de todo o mundo também encontraram no ciberespaço uma oportunidade de divulgação científica. Popularizar a ciência é, acima de tudo, promover cidadania. A Rede Nacional de Nanotecnologia Sociedade e Meio Ambiente (Renanosoma) foi criada em 2004 e vem contribuindo ativamente nas discussões que envolvem nanociência, nanotecnologia, suas relações com a sociedade e impactos no meio ambiente.

Desde sua criação foram produzidos 13 Seminários Internacionais, com pesquisadores renomados vindos de diversos países, como Canadá, USA, México, Argentina, Uruguai, Espanha, França, Alemanha, Holanda, Itália, Inglaterra, Bélgica e, é claro, do Brasil. Foram produzidos 6 livros, histórias em quadrinhos, mais de 500 programas de TV pela internet (Nanotecnologia do Averso e Nanoalerta), mais de 160 sessões de chat, DVDs e oficinas, trazendo à pauta de discussão o desenvolvimento das nanotecnologias.

O grande diferencial da rede é o fato de tornar as nanotecnologias um objeto de reflexão e pesquisa (também) das ciências humanas, e incentivar todas as iniciativas neste sentido. Um dos projetos importantes

que a Renanosoma desenvolve é o de “Engajamento Público em Nanotecnologia”, cujo objetivo é informar e discutir nanotecnologias com o público não especialista.

Do projeto, nasceu programa de Web TV chamado “Nanotecnologia do Avesso”. Inicialmente veiculado pela *All TV*¹⁰, depois foi transferido para a plataforma de vídeos Youtube¹¹. O programa é apresentado e produzido pelo Prof. Dr. Paulo Roberto Martins¹² através de entrevistas presenciais ou por plataformas de teleconferência. Foram analisadas 384 edições que compreendem os anos de 2009 a 2016. Os programas são acessados através do site da rede¹³ e atualizados semanalmente.

Os temas dos programas são bem diversificados e abrangem pesquisas relacionadas à nanotecnologia, aplicação de tecnologia, discussões ambientais e de saúde do trabalhador, além de contato com outras redes de pesquisadores sobre nanotecnologia pelo mundo. O que chama a atenção nos programas também são as discussões sociológicas e filosóficas sobre nanotecnologia, bem como a ampla rede de instituições pelo mundo que participa dos programas. As entrevistas são bem didáticas e contextualizam o internauta nas mais recentes discussões sobre a nanotecnologia, sociedade e meio ambiente.

Para melhor estruturação do conteúdo, o programa foi dividido em dez categorias: pesquisador da área de humanas; pesquisador da área de exatas; pesquisador da área da saúde; representante dos trabalhadores; ONG's; gestor; empresa; assessoria sindical; dois ou mais (pesquisadores de diferentes áreas no mesmo programa); outros (Ex: professor do ensino médio). A partir de uma categoria mais geral temos a seguinte divisão:

Tabela 01: Mapeamento geral dos pesquisadores e especialistas entrevistados

CATEGORIA	NÚMERO DE PROGRAMAS
Pesquisador das Ciências Exatas	133
Pesquisador das Ciências Humanas	119
Pesquisador das Ciências da Saúde	17
Representante dos Trabalhadores	19
ONG	10

¹⁰ Disponível em: <<http://www.alltv.com.br>>.

¹¹ Canal Nano Web Tv. Disponível em: <<https://www.youtube.com>>. Acesso em: 08/03/2017

¹² Sociólogo, Coordenador da Renanosoma.

¹³ Disponível em: <<http://www.nanotecnologiadoavesso.org>>.

Gestor	12
Empresa	4
Assessoria sindical	3
Dois ou mais	11
Outros	6
Sem Registro	41
Cancelado	9
Total	384

Essa tabela mostra que nos oito anos de programas analisados há um número maior de pesquisadores da área de humanas nas discussões sobre nanotecnologia. Foram entrevistados 274 pesquisadores brasileiros e 110 pesquisadores estrangeiros. Temos a seguinte divisão com relação à origem geográfica dos pesquisadores estrangeiros:

Tabela 02: Mapeamento de pesquisadores estrangeiros por continente

CONTINENTE	NÚMERO DE PESQUISADORES
América do Norte	43
América Latina	20
Europa	44
Ásia	01
Oceania	02
Total	110

Há um predomínio de pesquisadores da América do Norte e Europa, seguido pela América Latina. A partir dos dados referentes à quantidade de pesquisados por continente, foi possível constatar a seguinte distribuição dos pesquisadores estrangeiros: 42% são da área de exatas, 39% da área de humanas, 7% da área de saúde, 6% ONG, 3% gestor conforme tabela a seguir:

Tabela 03: Mapeamento dos pesquisadores estrangeiros por área

CATEGORIA	QUANTIDADE DE PROGRAMAS
Pesquisador das Ciências Exatas	47
Pesquisador das Ciências Humanas	43
Pesquisador das Ciências da Saúde	08
Representante dos Trabalhadores	01
ONG	07
Gestor	04
Empresa	-
Assessoria sindical	-
Dois ou mais	-
Outros	-
Total	110

Quanto aos pesquisadores brasileiros, foram 224 entrevistados. Temos a seguinte distribuição: 39% são da área de exatas; 34% da área de

humanas; 8% de representante dos trabalhadores; 5% dois ou mais; 4% gestor e pesquisadores da área da saúde; 2% empresa, assessoria sindical e outros; e 1% de ONG's.

Tabela 04: Mapeamento dos pesquisadores brasileiros por área

CATEGORIA	NÚMERO DE PROGRAMAS DE PESQUISADORES BRASILEIROS
Pesquisador das Ciências Exatas	88
Pesquisador das Ciências Humanas	77
Pesquisador das Ciências da Saúde	09
Representante dos Trabalhadores	18
ONG	02
Gestor	08
Empresa	04
Assessoria sindical	03
Dois ou mais	11
Outros	04
Total	224

Conclusão

Na chamada 'condição pós-moderna' (LYOTARD, 1979) há novas formas de sociabilidades com o surgimento de outros espaços públicos. Com o desenvolvimento das comunicabilidades em rede, há uma reconstrução das redes e a propagação de ações em níveis nunca antes imaginados. Tal mudança é percebida por Castells (2011) como "espaços de fluxos" da sociedade em rede. Há um acentuado deslocamento das práticas sociais na relação espaço-tempo. Assim,

O novo sistema de comunicação transforma radicalmente o espaço e o tempo, as dimensões fundamentais da vida humana. Localidades ficam despojadas do seu sentido cultural, histórico e geográfico e reintegram-se em redes funcionais ou em colagens de imagens, ocasionando um espaço de fluxos que substitui o espaço de lugares. O tempo é apagado no novo sistema de comunicação já que passado, presente e futuro podem ser programados para interagir entre si na mesma mensagem. O *espaço de fluxos e o tempo intemporal* são as bases principais de uma nova cultura, que transcende e inclui a diversidade dos sistemas de representação historicamente transmitidos: a cultura da virtualidade real, onde o faz-de-conta vai se tornando realidade. (CASTELLS, 2011, p. 459)

Nesta teoria da cultura da virtualidade real, Castells (2011) destaca que a experiência material e simbólica é imersa em uma virtualidade onde a aparência transforma as experiências e práticas cotidianas. O espaço de

fluxo substitui o espaço de lugares à medida que as relações fundamentais humanas giram ao redor de redes funcionais que mudam radicalmente as noções tradicionais de espaço e tempo no regramento dos processos materiais que reproduzem a vida social (HARVEY, 1992).

Redes de divulgação científicas como a Renanosoma, conseguem ampliar seu espectro de atuação e agregar conhecimento ao romper as barreiras espaço-temporais tradicionais com a cibercultura. Criam-se ambientes simbólicos de resistência e formação de redes multimodais, com características especializadas em torno do conhecimento. Esse pequeno levantamento do programa Nanotecnologia do Avesso, apenas mostra como é possível globalizar a troca de conhecimento e criar territórios independentes de reflexão sobre ciência, consumo, riscos e, acima de tudo, cidadania.

Referências

ARENDDT, Hannah. *A Condição Humana*. 10ª ed. Rio de Janeiro: Ed. Forense Universitária, 2000.

BAUMAN, Zygmund. *O mal-estar da pós-modernidade*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Nobel, 1998.

CANCLINI, Néstor Garcia. *A globalização imaginada*. São Paulo: Iluminuras, 2010.

CANCLINI, Néstor Garcia. Consumidores do século XXI, cidadãos XVIII. In: ____; *Consumidores e cidadãos*. 7. ed. Rio de Janeiro: UFRJ, 2008a.

CANCLINI, Néstor Garcia. *Redes de indignação e esperança: movimentos sociais na era da internet*. Rio de Janeiro: Zahar, 2013.

CASTELLS, Manuel. *A sociedade em rede*. São Paulo: Paz e Terra, 2011.

FEATHERSTONE, Mike. *Cultura de consumo e pós-modernismo*. São Paulo: Studio Nobel, 1995.

FEATHERSTONE, Mike. Globalizando o pós-moderno. In: _____. *O desmanche da cultura: globalização, pós-modernismo e identidade*. São Paulo: Studio Nobel: Sesc, 1997. p. 105-122.

GIDDENS, Antony. *As consequências da modernidade*. São Paulo: Editora da UNESP, 1990.

HARVEY, David. *A condição pós-moderna*. São Paulo: Loyola, 1992.

JUNIOR, Jorge Luiz Dos Santos. *Ciência do futuro e futuro da ciência: redes e políticas de nanociência e nanotecnologia no Brasil*. Rio de Janeiro: Ed. UERJ, 2013.

LEMOS, André; LÉVY, Pierre. *O futuro da internet: em direção a uma ciberdemocracia planetária*. São Paulo: Paulus, 2010.

LÉVY, Pierre. *Cibercultura*. São Paulo: Editora 34, 1999.

LÉVY, Pierre. *O que é virtual*. São Paulo: Editora 34, 1996.

LYOTARD, Jean-François. *A condição pós-moderna*. Rio de Janeiro: José Olímpio, 1979.

MARTINS, Paulo Roberto; FERNANDES, Maria Fernanda M. Nanotecnologia do Avesso: uma experiência de engajamento público em ciência e tecnologia. *Revista Brasileira de Ciência, Tecnologia e Sociedade*. V. 02, n. 01, p. 109-119, jan/jun 2011.

PREMEBIDA, Adriano; NEVES, Frabício M.; DUARTE, Thiago R (Orgs.). *Investigações contemporâneas em estudos sociais da ciência e tecnologia*. Jundiaí: Parcos editorial, 2015.

SCHNEIDER, S.; SCHIMITT, C. J. *O uso do método comparativo nas Ciências Sociais*. *Cadernos de Sociologia*. Porto Alegre: v. 9, 1998.

SILVA, Tania E. M. da; WAISSMANN, Willian. *Nanotecnologias: alimentação e biocombustíveis uma olhar transcisciplinar*. Aracaju: Criação, 2014.

SIMMEL, G. As grandes cidades e a vida do espírito (1903). *Revista Mana*, v.11, n. 2, p. 577-591, 2005.

DESENVOLVIMENTO NANOTECNOLÓGICO, AS INTERFACES REGULATÓRIAS E PROTEÇÃO DE DIREITOS SOCIAIS

Patrícia Santos Martins *

Wilson Engelmann **

Introdução

O artigo pretende analisar a partir dos dados conceituais, o significado e o impacto das nanotecnologias na sociedade, bem como verificar as interfaces regulatórias com normas técnicas e perspectivas do desenvolvimento a partir da Lei nº 13.243 de 11 de janeiro de 2016.

São parâmetros para o presente estudo a proteção de direitos sociais, especificamente o direito à informação e as condutas organizacionais socialmente responsáveis evidenciadas através da adoção de padrões de gestão de riscos e qualidade, utilizando-se normas técnicas voluntárias, neste recorte àquelas emitidas pela ISO, com o objetivo de obter segurança e rastreabilidade de seus processos e produtos.

Neste cenário, entra em vigor em 11 de janeiro de 2016 a Lei nº 13.243, conhecida como Marco Legal de Ciência, Tecnologia e Inovação do Brasil, que dispõe sobre um conjunto de possibilidades de fomento ao desenvolvimento tecnológico, e, produz no pesquisador o seguinte questionamento: as nanotecnologias estão contempladas pelo Marco Legal de Ciência, Tecnologia e Inovação do Brasil? Há dispositivos de proteção de direitos sociais ou que contenham requisitos quanto à segurança das pesquisas? Quem é o destinatário do Marco Legal de Ciência, Tecnologia e Inovação do Brasil? – Sendo este o problema de pesquisa que se pretende responder no decorrer do estudo.

* Mestranda do PPGD (UNISINOS). Bolsista do PROEX/CAPES do Grupo de Pesquisa JUSNANO (UNISINOS).

** Doutor em Direito Público (UNISINOS). Professor do PPGD (UNISINOS). Líder do Grupo de Pesquisa JUSNANO (UNISINOS). Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq.

Para responder ao problema apontado, se estudará o impacto econômico na sociedade, os meios de fomento das atividades de pesquisa e desenvolvimento, e aspectos de justiça social. O que conduz necessariamente a ponderar, sobre a proporcionalidade entre a produção legislativa de fomento ao desenvolvimento (nano)tecnológico e a produção legislativa relativa às questões de segurança, como também importa refletir sobre a conduta das organizações ao adotarem normas ISO e avaliar, a possibilidade de reconhecer tais normas como interfaces normativas legítimas e eficazes também sob o aspecto jurídico; no intuito de demonstrar o comprometimento das organizações em preservar o bem-estar dos consumidores, pelo exercício do Direito à Informação.

O objetivo que se pretende alcançar é esclarecer sobre as contribuições legais ao desenvolvimento tecnológico contidas na Lei nº 13.243 de 2016, as contribuições das normas técnicas sob dois aspectos: econômico e social para as organizações e na proteção de interesses sociais já abarcados pelo Direito como o Direito à Informação e o meio ambiente saudável e sustentável e ao final, ressaltar quem são os atores destinatários do desenvolvimento e meios para proteção de seus interesses. Lançando bases à Teoria do Risco de Luhmann e na teoria do pluralismo jurídico de Gunther Teubner.

Quanto à metodologia trabalhar-se-á com os métodos histórico, funcionalista e comparativo através de técnicas de pesquisa a documentação indireta, especialmente a pesquisa bibliográfica, além da documentação direta de textos normativos e jurídicos além de textos resultantes de produção científica (artigos e papers), produzidos por outras áreas do saber, incluindo publicações de blogs e sites de organismos internacionais e de grupos de pesquisa.

Conceito, características e impacto econômico das nanotecnologias

As nanotecnologias representam o conjunto de diversas técnicas que possibilitam a manipulação da matéria em escala atômica (DUPAS, 2009, p. 57), e, são responsáveis por grande parte do avanço tecnológico e científico da atualidade. Por sua multiplicidade de aplicações possibilita oferta de grande quantidade de produtos no mercado consumidor (LEITE, FERREIRA e OLIVEIRA JUNIOR, 2015, p. 3).

A escala nano indica que “1 nanômetro (nm) nada mais é que 1 bilionésimo de 1 metro ($1 \text{ nm} = 1 \times 10^{-9}$ metros)”. Pode-se exemplificar a dimensão de um ‘nano’ de diversas formas, o tamanho é equivalente a

aproximadamente 100 mil vezes menor do que um fio de cabelo, 30 mil vezes menor do que um dos fios de uma teia de aranha ou, ainda, 700 vezes menor que um glóbulo vermelho (BORJES; GOMES; ENGELMANN, 2014, p. 6-7).

A expressão nanotecnologia é regulamentado a partir de definições dadas pelo Comitê Técnico da Organização Internacional de Padronização (ISO – TC) e, pela Iniciativa Nacional de Nanotecnologia nos Estados Unidos (NNI – The National Nanotechnology Initiative). “Para a ISO a definição compreende o controle da matéria e processos em escala nanométrica, mas não exclusivamente, é necessário o surgimento de fenômenos ligados ao tamanho, que permitam novas aplicações”, ou seja, para a ISO considerar um elemento “nanotecnológico’ não basta ter dimensões nanométricas, ele deve apresentar propriedades diferenciadas associadas à nanoescala” (LEITE, FERREIRA e OLIVEIRA JUNIOR, 2015, p. 5). O NNI considera apenas a escala entre 1 a 100nm em que o limite inferior é determinado pelo tamanho do átomo e o limite superior é determinado pela capacidade de “se modular propriedades até 100 nm” (LEITE, FERREIRA e OLIVEIRA JUNIOR, 2015, p. 5). Devido às diversas possibilidades de aplicação das nanotecnologias, pesquisadores de empresas e universidades em todo o mundo estão desenvolvendo nanomateriais, capazes de representar avanços, tais como, materiais mais leves e mais resistentes, equipamentos com menor consumo de energia e melhor definição de imagem, medicamentos mais eficazes, de forma que a nanotecnologia tem sido o foco das pesquisas e desenvolvimento em ordem mundial (LEITE, FERREIRA e OLIVEIRA JUNIOR, 2015, p. 18).

Concentrando investimentos expressivos em nível mundial, as nanotecnologias representam um setor com relevante impacto econômico. Estimativas dão conta que a produção industrial anual, entre os anos de 2010 e 2015, movimentaria aproximadamente um trilhão de dólares, envolvendo aproximadamente dois milhões de trabalhadores. Estados Unidos, Japão e União Europeia são países que apresentam maior grau de desenvolvimento em nanotecnologias (PISCOPO et al; 2013, p. 7-8).

Atribui-se o impacto econômico derivado do crescimento do mercado nanotecnológico à capacidade de transformar os materiais em produtos de alto valor agregado. Segundo o jornalista americano Bowmann, em publicação para a revista eletrônica Forbes, a nanotecnologia representa um negócio de U\$20 bilhões, os nanomateriais podem ser encontrados em mais de 1600 produtos e estima-se que as vendas totais atinjam U\$48,9 bilhões até 2017; em 2020 segundo Bowmann

aproximadamente seis milhões de trabalhadores estarão em contato com processos produtivos que envolvem nanopartículas, dentre eles dois milhões nos Estados Unidos (BOWMANN IN: FORBES, Aug, 14, 2014).

A ABDI (2010, p. 145), divulga que no Brasil, entre 2016 e 2025, além dos nanomateriais, “os setores ligados a compósitos, revestimentos e nanopartículas, pigmentos para aplicações diversas, atingirão maturidade e estarão nos estágios de produção em larga escala e comercialização”. O consumo global de nanomateriais de todos os tipos, em 2005, conforme dados divulgados, atingiram o volume de “9 milhões de toneladas métricas e US\$ 13,1 bilhões”; em 2010, considerando-se a taxa de crescimento anual de 9,3% teria atingido US\$ 20,5 bilhões (PISCOPO et al.; 2013, p. 8).

Porém, diante das novidades trazidas pelas nanotecnologias e dos investimentos no desenvolvimento deste setor, não se pode ignorar que estudos apontam para possíveis riscos de sua utilização. Por exemplo, estudos realizados em parceria por pesquisadores da Universidade Estadual de Campinas, o Laboratório Nacional de Nanotecnologia e do Instituto de Pesca do Estado de São Paulo, mostraram que em ambiente aquático, nanotubos de carbono ao entrarem em contato com substâncias tóxicas como chumbo ou pesticidas, provocam um aumento expressivo da toxicidade para determinadas espécies de peixes. Como resultado final da pesquisa, se obteve que “os nanotubos aumentam em até cinco vezes a toxicidade aguda do chumbo” (REVISTA PESQUISA FAPESP, 2014).

Dados informados na mesma revista indicam que à época, dezembro de 2014, a produção de nanotubos era da ordem de 20 toneladas por ano, em 600 diferentes tipos disponíveis no mercado para aplicações que envolvem nanocompositos, concreto, energia, tintas especiais, aplicações médicas e ambientais. Indicando a necessidade de se pensar no futuro e na regulação, além de aprofundar o conhecimento acerca do ciclo de vida do material e das formas de descarte (REVISTA PESQUISA FAPESP, 2014).

Hohendorff e Engelmann (2014, p. 79), relatam pesquisa realizada com plantas de soja submetidas ao solo com materiais nanofaturados, cujos resultados demonstraram que “alguns nanomateriais são biodisponíveis para as plantas e tem o potencial de afetar drasticamente a produção de alimentos, restou provada a bioacumulação de nanomateriais”. Segundo os autores “as nanopartículas representam novos riscos, porque possuem maior reatividade química do que as partículas maiores. Assim acabam tendo maior acesso ao nosso organismo, podem possuir uma maior biodisponibilidade e uma maior bioatividade”

(HOHENDORFF, ENGELMANN, 2014, p. 72). Tal fato se deve às peculiaridades derivadas do “tamanho diminuto dos nanomateriais engenheirados que pode dotá-los de propriedades físicas, químicas e biológicas inovadoras e úteis”. Segundo os autores, entretanto, “a alta reatividade, mobilidade e outras propriedades, que acompanham a matéria em nível molecular, podem gerar de maneira paralela níveis de toxicidade desconhecidos” (HOHENDORFF, ENGELMANN, 2014, p. 73).

Assim, a atenção econômica gerada pelas nanotecnologias mostra que é o momento de refletir sobre a aplicação de recursos, sobre quanto é possível conhecer/dominar a técnica, a necessidade de se estipular regulação à matéria, visando à administração de recursos com eficiência e o desenvolvimento sustentável.

A ausência de marcos regulatórios, a Lei Nº 13.243/2016 e as contribuições das normas técnicas ISO

O Brasil ainda não regulou a matéria, encontrando-se em trâmite ordinário dois projetos de Lei em âmbito federal (PL 5133/2013 e 6471/2013); projetos de lei em âmbito estadual em São Paulo (PL 1456/2015), e no Rio Grande do Sul, em andamento uma proposição a projeto de Lei, Proposição nº19/2014. Além destas iniciativas, o assunto também consta no Tema 74 da Agenda Regulatória da ANVISA para o biênio 2015/2016. A Lei nº 13.243 de 11 de janeiro de 2016, tem por objetivo o desenvolvimento científico, o fomento à pesquisa e capacitação científica e à inovação e de sua leitura se pode compreender que abrange as nanotecnologias através do conceito de inovação, contudo evidencia que os destinatários são aqueles diretamente envolvidos nas etapas de desenvolvimento. Além disso, não possui dispositivo que abarque a questão dos riscos ou que trate diretamente da proteção ao consumidor quanto a estes riscos. Razão pela qual, importa ratificar o direito à informação para o cenário das nanotecnologias, tanto no que diz respeito às organizações e empresas durante o processo de desenvolvimento e produção, em todas as etapas de circulação de produtos que contenham nanotecnologias aplicadas, principalmente na etapa final quando se disponibiliza os produtos ao consumidor.

Neste sentido fala-se de interfaces regulatórias com normas técnicas capazes de representar e proporcionar, tanto para as organizações quanto para os consumidores, maior transparência e cumprimento do direito/dever à informação, como as normas ISO. As normas ISO,

especificamente as de gestão de qualidade e gestão de riscos possuem princípios norteadores e requisitos que orientam as organizações no sentido de dar transparência e informações bem como também tem por objetivo inserir boas práticas de gestão de recursos, o que significa dizer da preocupação da ISO com a proteção do meio ambiente e saúde humana, além disso, possuem elementos estruturantes cujo teor orienta as organizações a aproximarem suas condutas às condutas de cumprimento de normas de proteção aos direitos já reconhecidos pelo ordenamento jurídico (ABNT, Princípios e Diretrizes, 2016).

A possibilidade de se estabelecer interfaces regulatórias com normas técnicas ISO possui por fundamento a teoria do pluralismo jurídico de Teubner. E a possibilidade de considerar que as nanotecnologias estão na delineada “zona de risco” lança fundamentos nas concepções de Luhmann (1992, p. 43) ao distinguir risco e perigo ao referir que se trata de uma forma de justificar a ganância empresarial através da absorção da margem de insegurança, sendo necessária a correta avaliação dos riscos para a adequada tomada de decisão. Luhmann (1992, p. 45), enfrenta a questão do risco a partir da visão de que o partícipe na tomada de decisões é também o destinatário das consequências das decisões quando refere: “el caso de que uno partícipe em el riesgo como portador de decisiones o como afectado por las decisiones riesgosas”. A tomada de decisões envolvendo riscos é um problema social, assim, as discussões que envolvem o cálculo, a percepção, a avaliação e a aceitação de riscos surge na seleção dos riscos a serem ou não considerados. (LUHMANN, 1992, p. 46). Verifica-se a análise conceitual de risco a partir da distinção entre risco e perigo, neste sentido o autor ressalta que a distinção supõe a existência de uma insegurança em relação a danos futuros. Havendo duas possibilidades: a primeira quando o dano surgir da consequência de uma decisão e nisto encontra-se o conceito de risco. E a segunda: quando se trata de dano provocado externamente, atribuído por Luhmann ao meio ambiente”, neste caso denomina-se perigo. Logo, segundo o teórico, a distinção de risco e perigo é assimétrica, noutras palavras, se pode apenas visualizar uma zona de risco para distinguir do perigo evidente. (LUHMANN, 1992, p. 66).

As interfaces regulatórias que se pretende estabelecer com normas técnicas, no sentido de atribuir-lhes competência para serem utilizadas como patamar mínimo regulatório pelas organizações, consistem no reconhecimento de um diálogo entre as fontes do Direito, nos termos propostos pela teoria do pluralismo jurídico de Teubner, segundo a qual, a produção normativa não é exclusiva e centralizada no Estado. O Estado

deixa de ser ator privilegiado ou central de produção normativa e passa a atuar de outras formas. A teoria do pluralismo jurídico já percebeu desde seus primórdios que o Estado não é o único produtor de normatividade e na atualidade, somando-se os efeitos da globalização, é possível observar cada vez mais espaços locais de poder, na periferia da produção normativa. Periferia em que atuam diferentes atores de produção normativa (TEUBNER, 2003, p. 11-15) .

Estes processos espontâneos de produção normativa abarcam, dentro da delimitação proposta, a viabilidade da ISO e suas normas terem legitimidade na produção normativa e atuarem em um efetivo diálogo entre fontes do Direito, representando uma interface regulatória, principalmente por conterem elementos estruturantes que orientam as organizações a cumprirem o conjunto normativo legal já vigente, o que inclui a proteção de direitos do trabalhador, proteção de direitos do consumidor e direitos sociais – neste recorte: o direito à informação.

Somos todos consumidores nanotecnológicos, porém pequena parcela deste “todos” sabe alguma coisa sobre as nanotecnologias. Surge daí a necessidade de alinhamento dos contornos do chamado direito à informação (ENGELMANN, HOHENDORFF, 2014). A sociedade tem o direito fundamental de saber a composição dos produtos do mercado, e este é um pré-requisito para o exercício do direito de escolher o que consumir. Neste sentido se pode verificar que a Lei nº 13.343 de 11 de janeiro de 2016 não faz qualquer referência, o que torna possível afirmar que a finalidade é exclusivamente o fomento ao desenvolvimento. Observados estes aspectos e, diante da atual ausência de marcos regulatórios, verifica-se um déficit entre as manifestações legislativas que fomentam o desenvolvimento e a legislação nanoespecífica que promova além do desenvolvimento, maior proteção aos direitos do consumidor, o cumprimento do direito/dever à informação e proteção quanto aos possíveis riscos que promovam condutas transparentes.

Importa fomentar a discussão acerca do princípio da informação, corolário do dever de informação que cabe ao produtor, visando à proteção do consumidor de produtos nanotecnológicos. O direito à informação trata de um direito coletivo da informação ou do direito da coletividade à informação; o direito de informar, como aspecto da liberdade de manifestação do pensamento, revela-se um direito individual, mas já contaminado de sentido coletivo, em virtude das transformações de meios de comunicação, de sorte que a caracterização mais moderna do direito de comunicação, que especialmente se concretiza pelos meios de

comunicação social ou de massa. Ao lado do direito individual corrobore-se o direito coletivo (SILVA, 2005, p. 259). Encontra-se disposto no artigo 5º, incisos IV, XVI e XXXIII cumulado com os artigos 220 a 224, que “declaram que é assegurado a todos o acesso à informação. É o interesse geral contraposto ao interesse individual da manifestação de opinião, ideias e pensamento, veiculador pelos meios de comunicação social. Daí por que a liberdade de informação deixará de ser mera função individual para tornar-se função social”. (SILVA, 2005, p. 260).

Informar quanto à composição dos produtos que estão à venda no mercado é um pré-requisito para o exercício de outro direito, ou seja, o direito de escolher, de optar. O Código de Defesa do Consumidor (CDC), por meio do seu art. 31, estabelece uma série de requisitos que deverão ser observados quando os produtos são colocados em comercialização. Este dispositivo legal carrega no seu seio uma efetiva caracterização de elementos necessários para se conhecer o produto comprado. No entanto, não basta somente isso. A informação deverá vir acompanhada de educação.

O “direito de saber” como a estrutura central do “direito à informação”, que é destinado à sociedade, e do “dever de informação”, dirigido ao pesquisador e empresário, deverá estar em perspectiva, desde o trabalho com a matéria-prima, ou seja, a produção material em estado bruto, onde se terá a exposição direta do trabalhador, além das emissões industriais. Este conjunto já atinge a população humana e o meio ambiente. Os produtos manufaturados vão ao mercado consumidor, onde eles são adquiridos, com a exposição dos consumidores, isto é, toda a sociedade. Por fim, deve se observar um último momento, aquele em que os produtos são descartados, incluindo as embalagens, que irão aos grandes espaços de depósito do lixo e incineração, onde teremos nova exposição dos trabalhadores e, concomitantemente, a população humana e o meio ambiente. Neste pequeno e singelo exemplo de ciclo de vida de um produto com nanopartícula mostra as diversas formas de exposição, onde se exigirá o conhecimento do que se está manipulando e quais os riscos (ENGELMANN, 2015, p. 359-360) e o exercício do direito à informação pelos seus titulares, provocará a necessária prática do dever de informação.

No cenário das nanotecnologias, importa igualmente ressaltar que a informação pode ser considerada a ferramenta promotora de um desenvolvimento na perspectiva de Amartya Sen (2010, p. 29), em que a igualdade de oportunidades promove o desenvolvimento, também tanto quanto seja possível expandir as liberdades tornando a vida mais rica e

desimpedida, permitindo a formação de seres sociais mais completos, que consigam colocar em prática suas volições, interagindo e influenciando o mundo. Além disso, para Amartya Sen, o desenvolvimento econômico se apresenta em diversas dimensões sendo a segurança econômica apenas uma delas (SEN, 2010, p. 30) o que se pode observar no cenário legislativo que envolva nanotecnologias, é uma preocupação maior com a ‘segurança econômica’ no caminho do desenvolvimento nanotecnológico em detrimento de outros aspectos de igual relevância, como a análise dos riscos. Assim, é possível valorizar as condutas das organizações que evidenciem a ética empresarial empregada no cumprimento voluntário de ações que protejam o meio ambiente e o homem, através da observância do direito à informação. Fato que se pode incrementar através da adoção de normas técnicas (como as normas ISO) que orientem as organizações a boas práticas aplicadas à sua atividade independentemente de estar em vigência ou não, um marco regulatório nanoespecífico. Para Sen (2010, p. 152) existem “certas regras de comportamento (por exemplo, a ética empresarial básica) (...) quando estes valores não estão desenvolvidos, sua presença ou ausência geral pode fazer uma diferença decisiva”, esta é a razão segundo o autor que se deve conferir maior importância à ética empresarial, dando-lhe “um reconhecimento patente”.

O que o estudo é capaz de mostrar, é que as condutas voluntárias de adoção de normas ISO, posto seu conteúdo de acordo com a proteção de direitos já reconhecidos e contidos no ordenamento jurídico, possam ser percebidas como movimentos espontâneos de formação de direitos, através do surgimento de normas, na denominada periferia de Teubner, funcionando como interfaces regulatórias para as organizações, e, que num cenário de ausência de marcos regulatórios nanoespecíficos, funcionem como um patamar mínimo regulatório, dando ênfase à observância do direito à informação, contido em diversos dispositivos legais, e destacados nas normas ISO nos requisitos que envolvem a transparência das organizações para com seus fornecedores, terceiros interessados e clientes/consumidores.

Conclusão

O presente estudo teve a pretensão de trazer a definição e características das nanotecnologias, evidenciando a diversidade de suas aplicações e os impactos econômicos. O estudo indica a possibilidade das nanotecnologias estarem contidas dentro do conceito de ‘inovação’ da Lei nº 13.243 de 2016, também se pode verificar que embora a Lei nº 13.243 não

adentre as questões de risco e segurança, existem dispositivos de proteção em outros textos de lei que não estão afastados e que há dois aspectos a serem abordados quanto aos destinatários do desenvolvimento e os destinatários do Marco Legal de Ciência, Tecnologia e Inovação do Brasil. O primeiro, que o destinatário do desenvolvimento em sentido amplo é o homem e o meio ambiente e posteriormente, a Lei 13.243 de 2016, por se tratar de ferramenta de fomento à pesquisa e desenvolvimento científico, tem por destinatário o ambiente produtivo das instituições científicas tecnológicas e de inovação, razão pela qual a adoção de normas técnicas poderá servir de interface regulatória para condutas precaucionais de proteção a direitos sociais.

A partir do pluralismo jurídico, se propõe pensar nas normas técnicas ISO como interface regulatória capaz de orientar as organizações a adotarem condutas empresariais éticas que estejam de acordo com boas práticas no sentido de dar proteção aos direitos já reconhecidos no ordenamento jurídico, promovendo a transparência das organizações em observância ao direito/dever à informação, em todas as etapas de seus processos, buscando atingir os parâmetros ideais de desenvolvimento como liberdade e igualdade de oportunidades o que, só se poderá enfatizar com a divulgação quanto ao uso, aplicação e riscos derivados da utilização das nanotecnologias.

Neste sentido, verifica-se uma desproporção entre a legislação que fomenta o desenvolvimento e a legislação nanoespecífica que promova a proteção de direitos como o direito à informação. O que pode indicar que a adoção de normas técnicas ISO, dentro desta perspectiva, representam para as organizações uma ferramenta de dupla função: econômica, posto colocar às organizações em patamar diferenciado no mercado (em razão da transparência e ética empresarial) e de interface regulatória jurídica, ao possibilitar a transparência no cumprimento voluntário do conjunto normativo vigente de proteção de direitos, como o direito à informação.

Referências

ABDI. *Estudo Prospectivo de Nanotecnologias*. Brasília: ABDI, 2010.

ABNT. NBR 31000 *Gestão de Riscos – Princípios e Diretrizes*. 1ª Edição 30.11.2009 válida a partir de 30.12.2009. Disponível em: <<https://gestravn.files.wordpress.com>>. Acesso em: 18 nov. 2016.

BORJES, Isabel Cristina Porto; GOMES, Taís Ferraz; ENGELMANN, Wilson. *Responsabilidade Civil e Nanotecnologias*. São Paulo: Atlas, 2014.

BOWMANN, Robert. *Doctors Claim New Evidence That Nanotechnology Can Make Workers Sick*. Aug, 14, 2014. Disponível em: <<http://www.forbes.com>>. Acesso em: 18 out. 2016.

DUPAS, Gilberto. Uma sociedade pós-humana? Possibilidades e riscos da nanotecnologia. In: NEUTZLING, Inácio; ANDRADE, Paulo Fernando Carneiro de (Orgs.). *Uma sociedade pós-humana: possibilidades e limites das nanotecnologias*. São Leopoldo: Unisinos, 2009.

ENGELMANN, Wilson. O “direito de ser informado” sobre as possibilidades e os riscos relacionados às nanotecnologias: o papel do engajamento público no delineamento de um (novo) direito/dever fundamental. In: MENDES, Gilmar Ferreira; SARLET, Ingo Wolfgang, COELHO, Alexandre Zavgaglia P. (Org.). *Direito, inovação e Tecnologia*. São Paulo: Saraiva, 2015.

HOHENDORFF, Raquel Von; ENGELMANN, Wilson. *Nanotecnologias aplicadas aos agroquímicos no Brasil: a gestão dos riscos a partir do diálogo entre fontes do direito*. Curitiba: Juruá, 2014.

LEITE, Fábio de Lima; FERREIRA, Marystela; OLIVEIRA JUNIOR, Osvaldo Novais de. *Nanoestruturas: princípios e aplicações*. 1ª Ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015.

LUHMANN, Niklas. *Sociología del riesgo*. Tradução de Silvia Pappé, Brunhilde Erker, Javier Torres Nafarrate e Luis Felipe Seghura. Guadalajara: Universidad Iberoamericana e Universidad de Guadalajara, 1992.

PISCOPO, Marcos Roberto; Kniess, Cláudia Terezinha; TEIXEIRA, Cláudia Echevengúá; BIANCOLINO, César Augusto. *O Setor Brasileiro de Nanotecnologias: oportunidades e desafios*. Rio de Janeiro: XXXVII Encontro da ANPAD. Disponível em: <<http://www.anpad.org.br>>. Acesso em: 12 jun. 2016.

REVISTA PESQUISA FAPESP. *Interações Fatais: nanotubos de carbono combinados com chumbo ou pesticidas potencializam efeitos tóxicos em peixes*. Disponível em: <<http://revistapesquisa.fapesp.br>> Acesso em: 23 jul.2015.

SEN, Amartya. *Desenvolvimento como Liberdade*. São Paulo: Companhia das Letras, 2010.

SILVA, José Afonso. *Direito Constitucional Positivo*. 25ª ed. São Paulo: Editora Malheiros, 2005.

TEUBNER, Gunter. A Bukowina Global sobre a Emergência de um Pluralismo Jurídico Transnacional. *Impulso*, Piracicaba, 14(33) p.9-31, 2003.

**AS CONTRIBUIÇÕES DO DIREITO NO DESENVOLVIMENTO DAS
NANOTECNOLOGIAS: A HÉLICE TRÍPLICE ALICERÇADA NA PESQUISA E
INOVAÇÃO RESPONSÁVEIS (RRI) E NOS ASPECTOS ÉTICOS, LEGAIS E SOCIAIS
(ELSA)**

Raquel Von Hohendorff^{*}
Cristine Machado^{**}

Introdução

A explosão das novas tecnologias vem transformando e estabelecendo um novo padrão de vida para a sociedade. Neste novo cenário, as nanotecnologias passam a (re)inventar a realidade da população numa velocidade turbinada, e novas invenções e produtos vão surgindo repetidamente. Uma base de dados chamada Nanotechnology Products Database (NPD), mostra que atualmente existem 5.974 produtos, fabricados por 812 companhias, em 47 países diferentes que utilizam as técnicas nanotecnológicas para a fabricação de produtos, números que seguem a crescer exponencialmente. Diante disso, é crucial observar de perto esse crescimento, uma vez que além de benefícios, as nanotecnologias podem também vir a ocasionar sérios danos para as pessoas e para o meio ambiente.

Neste contexto, destaca-se a importância da observância da hélice tríplice, conceito apresentado por Henry Etzkowitz, que preconiza o diálogo entre Universidade, Indústria e Governo, ideia que sustenta que a inovação é tão importante para produtos e processos, quanto é para o conhecimento gerado na/pela Universidade, pois esta interage com as perspectivas de desenvolvimento da Indústria e recebe os recursos de

^{*} Doutoranda do PPGD (UNISINOS). Bolsista PROEX/CAPES do Grupo de Pesquisa JUSNANO (UNISINOS).

^{**} Graduanda em Direito (UNISINOS). Bolsista de iniciação científica CNPq do Grupo de Pesquisa JUSNANO (UNISINOS).

fomento do Estado. Tal comunicação passa a ser uma ferramenta indispensável nos avanços tecnológicos, isso porque esta coexistência forma os três pilares que devem sustentar o desenvolvimento das inovações. Ainda que este sistema represente um grande passo para as políticas públicas, apura-se que os possíveis riscos requerem estudos aprofundados, eis que estes novos riscos em muitos casos nem foram mensurados, gerando insegurança para as relações jurídicas.

Sendo assim, perante a incerteza dos riscos, vislumbra-se um necessário apoio fundado em princípios éticos e legais, bem como uma pesquisa de caráter responsável, além dos impactos sociais que poderão ser gerados. Desta forma, o problema de pesquisa pode ser assim formulado: em que medida a ideia da quarta hélice, composta pelos pressupostos da ELSA e da RRI pode ser um forma concreta e viável para uma participação transdisciplinar, que envolva o Direito, na gestão dos riscos das nanotecnologias? Assim, propõe-se estudar os aspectos éticos, legais e sociais – ELSA (Ethical, Legal and Social Aspects) –, bem como a investigação e inovação responsáveis – RRI (Responsible Research Innovation) –, ambas perspectivas de origem europeia, que integrarão como uma quarta hélice junto à hélice tríplice na gestão e desenvolvimento das nanotecnologias.

Nesta perspectiva os objetivos são: descrever a hélice tríplice desenvolvida por Henry Etzkowitz, e como aplica-se às nanotecnologias; explicar os conceitos da ELSA e RRI e como estruturam uma quarta hélice, e por último, abordar a importância da transdisciplinariedade que envolve a participação do Direito e a sua abertura para outras áreas do conhecimento. A metodologia proposta nesta pesquisa é a sistêmica-construtivista. Onde o pressuposto sistêmico apoia-se no objeto de estudo que poderá ser analisado por diferentes áreas da ciência, portanto possui diversos ângulos a serem compreendidos, proporcionando a base para uma abordagem transdisciplinar, tornando-se pertinente no atual quadro dos avanços tecnológicos. Além disso, a abordagem construtivista, propõe um modo de conhecer o objeto mais a fundo a partir dos olhos do pesquisador, que deverá participar diretamente da realidade, ou seja, o pesquisador utiliza de seus próprios conhecimentos, e adquire novas ideias através da interação com a realidade.

Uma nova era de inovações nanotecnológicas

Nessa conjuntura de inovações que vem transformando radicalmente a vida em sociedade, as nanotecnologias estão em grande destaque. Ainda que, relativamente nova aos olhos do público consumidor, essa prática foi inicialmente explorada por Richard Freymann, em 1959. Porém, somente anos mais tarde, por volta de 1974, que o professor Norio Taniguchi, da Tokyo Science University, denominou a prática com o termo de Nanotecnologia. O termo hoje é descrito no plural, devido à sua interdisciplinaridade, abrangendo diversas áreas como a da Física, Química, Engenharias, Medicina, Informática e até mesmo as Ciências Sociais Aplicadas, onde ingressa o Direito.

As nanotecnologias representam a possibilidade de manipular partículas em uma escala nanométrica (10⁻⁹). Tais divisões e manipulações das partículas, têm como consequência a alteração de suas propriedades e características, comparadas com materiais produzidos em escalas maiores. Ou seja, as dimensões além de serem extremamente pequenas, exibem propriedades mecânicas, óticas, magnéticas e químicas completamente novas (Dupas, 2009, p. 57). Pode-se citar como exemplo o Ouro (Au), que em sua escala macro apresenta pigmento amarelado, no entanto ao ser manipulado em escala nanométrica se torna vermelho ou roxo, dependendo do tamanho em que está sendo apurado. Neste caso, quanto menor, mais roxo será (Diagnóstico Institucional de Nanotecnologia, ANVISA, 2014).

Por essa versatilidade, as nanotecnologias têm ocasionado um grande impacto no setor industrial, já que os produtos fabricados com esta técnica apresentam resultados significativamente superiores em diversidade e qualidade. Os nanoprodutos estão disponíveis para consumo pelas prateleiras do mundo todo, sejam em eletrônicos, medicamentos, cosméticos, materiais de construção, agroquímicos, embalagens, e até mesmo na agricultura e nos alimentos. A base de dados NPD está em constante atualização, no começo de dezembro de 2016, o número de produtos apurados e divulgados é de aproximadamente 450 produtos a mais do que o número apurado no começo do mês de outubro deste mesmo ano.

Nesse acelerado contexto em que as nanotecnologias se desenvolvem, resta claro que a inovação, considerando sua inserção no contexto de mercado, nasce a partir de aspirações econômicas, que normalmente visam determinados objetivos, e que se relacionam com os agentes envolvidos no processo de criação. Engelmann & Willig (2016, p.

25), explicam que a identificação destes agentes, retirada a figura do ser humano, o criador natural da invenção, pode variar de acordo com os modelos ou sistemas de inovação adotados, dependendo também da organização econômica e social e da estruturação das instituições públicas e privadas. No entanto, existe praticamente consenso da importância de três agentes no processo de inovação: academia, empresas e governo, em suas várias esferas.

O conteúdo que destaca a interação e o relacionamento entre universidade, indústria e governo, e que aborda as questões do processo de inovação, são, atualmente um tema alvo de diversos estudos e modelos disponíveis na literatura específica. Neste prisma, o autor Marly Carvalho (2009, p. 111) alude que, um dos primeiros modelos a tratar do relacionamento entre academia, empresas e governos foi o triângulo de Sábato, cuja preocupação era a relação sistêmica da infraestrutura científica e tecnológica com seu entorno. Esse modelo, como instrumento à inovação tecnológica, tem o seu ponto de partida com um artigo publicado em 1968 – “Ciência e tecnologia no desenvolvimento futuro da América Latina” –, de autoria de Jorge Sábato e Natalio Botana.

A partir desta ideia que propõe a interação entre os pilares da inovação, nasce outro modelo que estuda a tríade academia, empresas e governo, que é a chamada Hélice Tríplice ou Hélice Tripla, de autoria de Henry Etzkowitz e Loet Leydesdorff, e que será o foco deste trabalho. De acordo com conceito trazido por Etzkowitz (2009, p. 116), a gestão da hélice tríplice inicia no relacionamento recíproco entre universidade, a indústria e o governo, onde cada um busca beneficiar o desempenho do outro. Ressalta o autor que, grande parte destas iniciativas ocorrem em nível regional, especialmente onde há contextos específicos de clusters industriais¹, desenvolvimento acadêmico e presença ou falta da autoridade governamental que influenciam o desenvolvimento da hélice tríplice.

A hélice tríplice tem como principal característica a formação em espiral, a qual será explicada mais adiante. Este modelo teve início a partir de dois pontos de vista opostos, sendo o primeiro um modelo estatista de governo, onde este controla a academia e a indústria; e o segundo, que é o

¹ O conceito de *clusters* industriais refere-se à emergência de uma concentração geográfica e setorial de empresas, a partir da qual são geradas externalidades produtivas e tecnológicas. Disponível em: <<http://www.ie.ufrj.br>>.

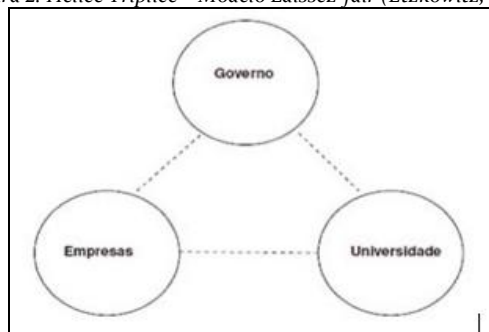
modelo chamado *laissez-faire*, onde a empresa, academia e governo atuam separadamente, interagindo de forma singela, e que apresenta fortes barreiras. No primeiro modelo, ilustrado na Figura 1, a academia e a indústria estão envolvidos pelo Estado, e este é quem gerencia e controla todas as relações entre eles. Essa compreensão tem eixo na ideia de *top-down*, com orientações diretivas que são originadas a partir do Estado. De acordo com a perspectiva histórica, esse modelo é considerado ultrapassado e conduziu várias nações ao fracasso (Carvalho, 2009, p. 113).

Figura 1. Hélice Triplíce – Modelo Estadista (Etzkowitz, 2009)



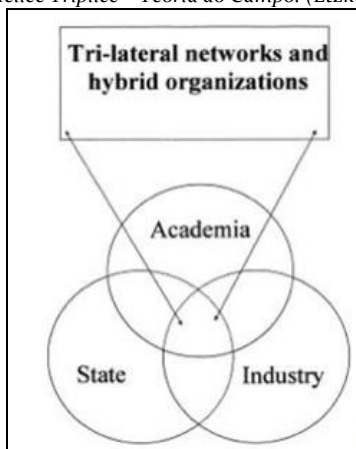
Já o segundo modelo, ilustrado abaixo na Figura 2, adota um princípio oposto ao modelo de supremacia do Estado, o qual foi fortemente influenciado pelas práticas exercidas por alguns países nórdicos, como, por exemplo, a Suécia. Este modelo apresenta uma existência da política de *laissez-faire*, na qual as esferas institucionais têm divisas bem traçadas, com relações fortemente circunscritas e com alguma transferência de tecnologia, em geral sustentada pela legislação de proteção à propriedade intelectual (Carvalho, 2009).

Figura 2. Hélice Triplíce – Modelo *Laissez-fair* (Etzkowitz, 2009)



A atual versão da hélice tríplice sob perspectiva de Etzkowitz, representa uma configuração intermediária entre os dois modelos anteriormente abordados. Em sumo, pode-se dizer que no modelo das sociedades estatistas, enfatiza-se o papel de coordenação do governo, enquanto nas sociedades baseadas no *laissez-faire*, a concentração está na força produtiva da indústria como o principal impulsionador do desenvolvimento econômico e social. Para demonstrar o modelo da hélice tríplice, Etzkowitz (2009, p. 28) baseia-se na teoria do campo da hélice tríplice, ilustrada pela Figura 3, que demonstra a necessidade destas três esferas manterem um relacionamento relativamente independente e distinto. Isso pois a esfera institucional pode perder seu caráter distinto se não for possível manter sua independência relativa². Neste modelo, é demonstrado onde as interações ocorrem, e além disso, aponta que uma hélice tríplice dinâmica pode ser formulada com graduações entre independência e interdependência, conflito e confluência de interesses³.

Figura 3. Hélice Tríplice – Teoria do Campo. (Etzkowitz, 2009)

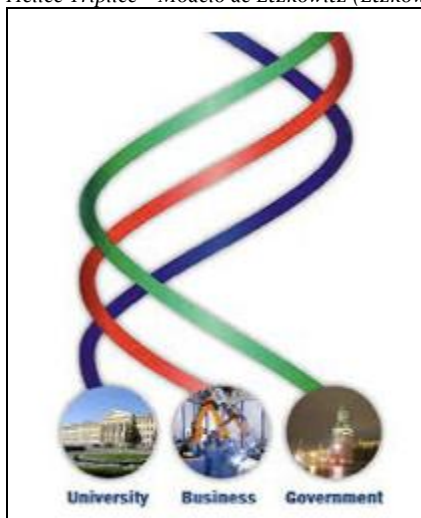


² Etzkowitz (2009) utiliza o exemplo de uma start-up academicamente orientada que se concentra exclusivamente na pesquisa e perde seu caminho em direção ao mercado.

³ “A teoria do campo ilustra a importância de limitar a transformação do *laissez-faire* a esferas sobrepostas ou de reduzir de forma não muito acentuada um modelo estatista, para manter a independência de cada esfera ao mesmo tempo em que se facilita a interação. Se o governo for muito forte, por exemplo, o modelo estatista pode ser formado. Se as interações entre as três hélices forem muito frágeis, não há força suficiente para integrá-las, o que leva a situação de *laissez-faire*” (Etzkowitz, 2009, p. 27).

No entanto, no modelo mais recente da hélice tríplice, as três esferas institucionais apresentam uma região de superposição, onde se identificam redes trilaterais e organizações híbridas, com papéis flexíveis e dinâmicos, o que gera um espiral de inovação (Carvalho, 2009). O movimento da hélice tríplice, ocorre a partir de uma espiral, provocada por uma verdadeira capitalização do conhecimento e circulações, conforme ilustrado na Figura 4, sendo que as macrocirculações se movem ao longo das hélices, enquanto as microcirculações acontecem dentro de uma hélice em particular. O primeiro nível cria políticas, projetos e redes de colaborações, enquanto o segundo consiste na potência das hélices individuais (Etzkowitz, 2009).

Figura 4. Hélice Tríplice – Modelo de Etzkowitz (Etzkowitz, 2009)



Segundo Jorge Audy, (2006, p. 58) este modelo das hélices, cria uma infraestrutura de entendimento que estabelece as condições de desenvolvimento de uma relação amplamente produtiva. Neste diapasão, o objetivo é desenvolver um ambiente favorável à inovação, envolvendo empresas surgidas de spin-off acadêmico⁴, iniciativas trilaterais de

⁴ Spin-off acadêmico (SOA) é definido por Scott Shane, professor e pesquisador norte-americano, como uma empresa criada para explorar uma propriedade intelectual gerada a partir de um trabalho de pesquisa desenvolvido em uma instituição acadêmica. <<http://ufr.br>>.

desenvolvimento econômico e social, alianças estratégicas entre empresas, laboratórios de pesquisa acadêmicos e governamentais atuando em conjunto, etc. A função do governo passa a ter um caráter visado a articular e estimular diferentes parcerias, eximindo-se do poder controlar essas relações.

Neste contexto pode-se dizer que, na perspectiva da tríplice hélice, as nanotecnologias merecem ênfase. As nanotecnologias ocupam a posição da inovação, quando inseridas na análise do modelo da hélice tríplice. Aborda Engelmann (2010), que a inovação não se projeta apenas em produtos e processos, mas no conhecimento gerado na/pela universidade, que interage com as perspectivas de desenvolvimento da Indústria e recebe os recursos de fomento por meio de políticas públicas promovidas pelo Estado. A universidade, neste modelo da hélice tríplice, desocupa a posição de instituição centrada fundamentalmente no ensino, e passa uma instituição que utiliza seus recursos e potenciais na área de pesquisa com novos objetivos, direcionados ao desenvolvimento econômico e social da sociedade onde atua, estimulando o surgimento de ambientes de inovação e disseminando uma cultura empreendedora⁵ (AUDY, 2006, p. 62).

Nas palavras de Etzkowitz (2009, p. 37), a universidade é como se fosse uma incubadora natural, que oferece uma estrutura de suporte a professores e alunos para que eles iniciem seus empreendimentos. Tempo e espaço, físico e social, estão disponíveis para fornecer a base a “novos empreendimentos”, sejam eles políticos, intelectuais ou comerciais, exportáveis entre fronteiras altamente permeáveis. Portanto, afirma-se que a universidade também preenche a posição de um núcleo em campo fértil para novos campos científicos e novos setores industriais, cada um fertilizando o outro. Enquanto que a universidade amplia o seu foco, a empresa busca justamente aproveitar este alargamento para incorporar o conhecimento produzido nas universidades e incorporá-lo ao sistema produtivo. No modelo da hélice tríplice, a empresa é transformada, de uma

⁵ Cabe ressaltar que, aborda Engelmann (2016), que a segunda revolução na academia, expressão utilizada por Henry Etzkowitz, deu origem ao conceito de Universidade Empreendedora, que alguns autores, como, por exemplo, Burton Clark, chamam de Universidade Inovadora. Muitas vezes estes termos são usados como sinônimos, principalmente devido ao fato de que o termo Universidade Inovadora gera menos resistência na academia, evitando algumas conotações negativas que muitos acadêmicos associam ao termo empreendedorismo (AUDY, 2006).

unidade competitiva relacionada a outras empresas somente através do mercado, a uma entidade de hélice tríplice, cada vez mais baseada em relações com outras empresas, assim como com a academia e o governo.

O Estado, por sua vez, sendo o terceiro elemento deste trio, tem importância fundamental na definição do modelo de interação dos agentes no processo de inovação. Um Estado fortalecido pode aproximar-se do modelo estatista, enquanto que um Estado mais enfraquecido pode chegar a um sistema *laissez-faire*. Para Etzkowitz (2009, p. 104), “encontrar o equilíbrio adequado entre governo forte e governo fraco levou à criação de modelos de hélice tríplice de quase governança nos quais atores das três esferas, especialmente em nível regional, criam e implementam iniciativas políticas cooperativamente”.

Sugere Etzkowitz (2009, p. 104) que a configuração ideal para a hélice tríplice é aquela em que as três esferas interagem e cada uma assume o papel das outras, sendo que as iniciativas surgem lateralmente bem como de baixo para cima e de cima para baixo. O equilíbrio da hélice tríplice se torna essencial para o harmonioso funcionamento do modelo de interação da academia, indústria e governo. O modelo desenvolvido por Etzkowitz e Leydesdorff, na forma espiral, e que busca um equilíbrio entre as três hélices, conforme refere Carvalho (2009, p. 112), “serve de inspiração para vários países em busca de melhor desempenho dos sistemas de inovação”.

Essa conversão da ciência em tecnologia e sua consequente integração à vida social e econômica passa por diferentes processos, e envolvem comportamentos e interações aprimoradas entre os pesquisadores, os agentes sociais e econômicos e os governos dos países que se utilizam do desenvolvimento científico. O autor Renato Oliveira (2002, p. 74) aborda que, essas interações, em regra, são objeto de políticas específicas no sentido de fortalecê-las, e que constituem um dos pilares do que modernamente se chama “Inovação em Ciência e Tecnologia”.

A opção por um sistema de inovação que indique resultados positivos para o desenvolvimento de uma nação é imprescindível no atual cenário internacional, especialmente diante da importância econômica que a inovação representa para todo e qualquer país, seja desenvolvido ou não. Segundo Engelman (2016, p. 28), atualmente este sistema da hélice

tríplice, serve de base para diversos países⁶, direcionando o apoio governamental à inovação na busca de parcerias entre universidades e empresas, que visam melhorar ou aperfeiçoar seus processos e sistemas internos de inovação. Nota-se que, no desenvolvimento das nanotecnologias no Brasil, a hélice tríplice já vem sendo usada.

Em recente evento realizado pela Universidade Federal de Minas Gerais, a CTNanotubos⁷ apresentou material onde ressalta o uso da hélice tríplice, conforme figura 5.

Ao se falar em inovação, fica inevitável lembrar que, nem sempre as novas tecnologias resultam em apenas bons resultados para a sociedade. Como já vivenciado pela sociedade, em diversas situações, principalmente ao longo das últimas décadas, há muitos casos em que os resultados foram nocivos à saúde e ao meio ambiente, e trouxeram por vezes, consequências avassaladoras. E é neste prisma que, deve ser indispensável a avaliação e estudos dos possíveis riscos, em toda e qualquer inovação, especialmente no que tange às nanotecnologias, pois apesar da insuficiência de estudos dos riscos, alguns poucos estudos já apontam que certas combinações de nanomateriais engenheiradas pelo homem podem resultar em impactos negativos, pois apresentam alta toxicidade.

Tais aspectos, alertam para o duelo que há no desenvolvimento das novas tecnologias, sendo assim, necessário considerar os pressupostos da gestão de riscos, logo, neste sentido que se propõe, adicionar ao modelo da hélice tríplice, questões éticas, legais e sociais, necessitando estudo mais aprofundado da RRI- Responsible Research Innovation (investigação e inovação responsáveis), bem como a atenção à ELSA (Ethical, Legal and Societal Aspects) a fim de representar como o fio condutor da gestão jurídica dos riscos das nanotecnologias, complementando o modelo servindo de base para a interação entre os institutos.

⁶ No Brasil, editais de diversas agências de fomento, como, por exemplo, FINEP, CNPq e FAPERGS.

⁷ O CTNanotubos é um centro de tecnologia (CT) em nanotubos de carbono (NTC) e grafeno, que tem como foco o desenvolvimento de produtos, processos e serviços a partir dessas classes de materiais de estrutura nanométrica, de destacada importância estratégica para a competitividade de múltiplas indústrias. Temos como principal motivação o fomento da competitividade da indústria nacional a partir do desenvolvimento tecnológico de ponta. Nossa visão é servir como plataforma para transferência de tecnologia e geração de sociedades empresárias.

Figura 5. CTNanotubos

CTNanotubos

À frente na corrida de aproximação entre a Academia e o Mercado, o CTNanotubos se destaca pela excelência em suas pesquisas aplicadas na área de nanomateriais, tendo como objetivo contribuir para o desenvolvimento e melhoria de produtos e processos de destacada importância estratégica.

O Centro de Tecnologia em Nanotubos de Carbono e Grafeno, CTNanotubos, foi criado tendo como base a tríplice hélice – abordagem que considera a Universidade, a Indústria e o Governo como promotores de inovação. Formado a partir de tecnologias geradas na Universidade, para atender demandas da Indústria e com apoio do Governo, o Centro já conquistou vários projetos nas mais diversas áreas: petróleo, construção civil, energia, entre outros.

De portas abertas para o desenvolvimento de projetos sob demanda, o CTNanotubos está localizado no Parque Tecnológico de Belo Horizonte (BHTec), onde também possui ampla infraestrutura de caracterização para a prestação de análises externas em nanomateriais e produtos diversos.

Atualmente, com recursos oriundos de um projeto financiado pelo BNDES, Petrobras e InterCement, o CTNanotubos está construindo sua nova sede no BHTec, com 4 pavimentos e aproximadamente 3.000 m² de área construída.



Os conceitos de RRI e ELSA são frutos dos estudos desenvolvidos por institutos da comissão europeia, e tem servido como uma ferramenta de grande importância no progresso da tecnologias. Dentre inúmeras contribuições, estão os conceitos, ambos que visam dar suporte a projetos, e que tem por objetivo construir uma melhor relação entre ciência e sociedade.

Iniciando pelo conceito da Investigação e Inovação Responsáveis (RRI), é um programa que visa promover um elo entre a ciência e tecnologia e um ambiente socialmente desejável, sendo assim, é vital alinhar os objetivos do processo de investigação e inovação com as necessidades e valores da sociedade. Atualmente há uma evidência clara que é preciso envolver a sociedade como um todo nas decisões sobre o

desenvolvimento da ciência e tecnologia, assim todos podem contribuir para uma sociedade inteligente e sustentável. Os autores Stilgoe, Owen e Magnaghten (2013), abordam que o conceito da Pesquisa e Inovação Responsáveis (Responsible Research and Innovation), é uma ideia antiga e ao mesmo tempo nova, pois a responsabilidade sempre foi um aspecto importante de pesquisa e inovação, embora a forma como foi enquadrado tenha variado com tempo e lugar.

Gry Oftedal, em seu artigo publicado no Springer Open Journal (2014. p. 2), ressalta que sob uma perspectiva de RRI, é possível perguntar questões fundamentais sobre métodos e pressupostos científicos, onde a filosofia da ciência entra em vista mais facilmente. Ainda que o conceito de RRI ainda não esteja totalmente desenvolvido, salienta a autora, está sendo introduzido em parte para facilitar uma melhor integração de aspectos éticos, societários e de risco nas pesquisas em andamento, à medida que promove a cooperação e o intercâmbio interdisciplinares entre os praticantes das ciências naturais, as ciências sociais e as humanidades. E neste diapasão, que se propõe o conceito de RRI como um complemento na hélice tríplice, pois é nesta mesma diretriz que o modelo da hélice tríplice opera, visando a interação, bem como a ELSA, pois os conceitos apresentam um caráter completantes entre si, sendo indispensável a inserção de ambos no contexto da hélice tríplice.

Ou seja, o conceito de ELSA aborda principalmente os diversos impactos gerados pelas ciências na sociedade, já a estrutura da RRI serve para dar maior ênfase ao processo de investigação e inovação, visando maior envolvimento e reflexividade, enfatizando concomitantemente a abertura, a transparência e o diálogo. Também agrega uma mudança das abordagens especialmente externas e teóricas do framework ELSA para projetos mais integrados, nos quais aspectos do RRI serão incorporados em projetos de pesquisa científica. Uma sugestão é que a ciência conduzida dentro de uma estrutura de RRI satisfará os interesses e os objetivos da sociedade mais eficazmente abrindo o processo.

Ainda salienta Oftedal (2014. p. 3) que, os estudos da ELSA não tiveram muito enfoque nas questões da filosofia da ciência, mas tal investigação poderia ser facilmente incorporada à ELSA em maior medida. a estrutura RRI parece, considerando algumas de suas visões e valores até agora, muito promissor quando se trata de integrar mais filosofia de pesquisa científica. Por outro lado, a esperada integração próxima de RRI com projetos de pesquisa em andamento pode fornecer alguns desafios

para investigações mais fundamentais de conceitos científicos e suposições.

Desenvolve também acerca do conceito de ELSA, a autora Angela Hullmann (2008, p. 7), que salienta que na nanotecnologia os aspectos éticos, legais e sociais (ELSA) oferecem uma visão importante para o público interessado, ajudando a identificar expectativas e preocupações e, ao mesmo tempo, é importante para a tomada de decisão nas políticas públicas, pois corresponderem a necessidades em termos de boa governança da investigação, incluindo a gestão dos riscos. Tais disposições políticas são desafiadas a priorizar a investigação financiada publicamente, bem como decidir o futuro sobre regulamentos. Neste sentido, a autora realça que, para responder às preocupações da sociedade, é indispensável entrar num diálogo sobre os benefícios e os riscos da nanotecnologia, incluindo os aspectos éticos, legais, sociais e governamentais, envolvendo grande parte do público e baseando-se no julgamento informado. A ELSA nas nanotecnologias, compreende uma ampla gama de tópicos que estão relacionados com a investigação, produção e utilização de nanotecnologia e produtos habilitados pela nanotecnologia. Abrangem questões de privacidade, aceitação, saúde humana, acesso, responsabilidade, regulação e controle, tornando claramente essencial a participação do público consumidor, e a população em geral.

Observa-se a partir desta interação entre os conceitos até aqui expostos, que eles se complementam entre si, sendo indissociáveis. A cooperação entre Universidade, Indústria e Governo é essencial para que possam ser encontrados caminhos simultâneos para as políticas públicas, no entanto, é indispensável o papel que a pesquisa e inovação responsáveis juntamente com os aspectos éticos, legais e sociais exercem como função de pilar para estes institutos, sendo assim imprescindíveis para e em todas as fases da inovação.

Conclusão

Diante deste contexto de intermináveis mudanças sociais, já não mais se pode negar que dentre as tantas novidades que surgem reiteradamente, as nanotecnologias estão solidificadas e completamente inseridas na realidade, não apenas dos brasileiros, mas do resto do mundo. E já não restam dúvidas que estas transformações tecnológicas criam enormes impactos na vida em sociedade, sejam eles benéficos ou não.

Assim, acerca dos resultados parciais, pode-se constatar que a matriz de desenvolvimento de inovações denominada hélice tríplice demonstra necessitar de uma maior preocupação com as questões éticas e sociais, além disso, deve observar os aspectos legais, oriundos da gestão e o desenvolvimento das nanotecnologias, que exigem estudos envolvidos em várias áreas do conhecimento, de modo transdisciplinar, inclusive e especialmente a ciência do Direito.

Ainda que parcialmente, pode-se concluir através do presente estudo que, para suprir a preocupação com os riscos nanotecnológicos, bem como a insuficiência da hélice tríplice, é necessário estabelecer um elo da relação Universidade, Indústria e Governo com a pesquisa e inovação responsáveis (RRI), bem como considerar os conceitos éticos, legais e sociais (ELSA), demonstrando que as inovações, principalmente no que tangem às nanotecnologias, exige transdisciplinaridade, encontrando-se aí um nicho perfeito para a atuação do Direito.

Cabe desmistificar a má impressão que tem a participação das ciências jurídicas nos estudos das nanotecnologias. O que o Direito pretende aqui é contribuir para que os resultados sejam positivos e mais seguros, por isso sugeriu-se implicitamente ao longo deste trabalho, a ideia de transdisciplinariedade entre as diversas áreas do conhecimento, para que se possa alcançar um melhor equilíbrio entre inovação e sociedade, objetivando sempre uma melhor qualidade de vida, pautada pela preocupação com a saúde humana e ambiental.

Deste modo resta bastante clara a necessidade da presente pesquisa, eis que existe um nicho para ser observado nestes aspectos, e cabe ao Direito, para não ficar à margem das demais áreas do conhecimento, ciências duras ou de impacto, ocupar-se de pesquisas acerca destes temas, de modo a contribuir para que as nanotecnologias possam ser vetores de melhorias para a saúde humana e ambiental. Os riscos podem ser incertos e ocorrerem apenas no futuro, mas a decisão precisa ser realizada no presente, através da utilização destas novas ferramentas surgidas pela incorporação da ideia de que o conhecimento não poderá mais ficar aprisionado nos limites herméticos de cada campo do saber.

Somente assim o Direito poderá desenvolver respostas adequadas às demandas surgidas em função da nova realidade gerada pelo uso e impactos da tecnociência (e assim, das nanotecnologias), conjugando o respeito ao ser humano e ao meio ambiente com a inovação e ampliação do conhecimento nas áreas das ciências duras.

Referências

- ANVISA. 2014. *Diagnóstico Institucional de Nanotecnologia*, Cartilha produzida pelo Comitê Interno de Nanotecnologia. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br>>. Acesso em 23 nov. 2016.
- AUDY, Jorge. L. N.; MOROSINI, M. C. (Orgs.). *Inovação e empreendedorismo na universidade*. Porto Alegre: Edipucrs, 2006. Disponível em: <<http://www.pucrs.br>>. Acesso em 2 dez. 2016.
- CARVALHO, Marly M. *Inovação: Estratégias e comunidades de conhecimento*. São Paulo:Atlas. 2009.
- DUPAS, G. (2009). Uma sociedade pós-humana?: possibilidades e riscos da nanotecnologia. In: NEUTZLING, Inácio; ANDRADE, Paulo Fernando Carneiro de (Org.). *Uma sociedade pós-humana: possibilidades e limites das nanotecnologias*. São Leopoldo: Unisinos.
- ENGELMANN, Wilson. *As nanotecnologias e a inovação tecnológica: a "hélice quádrupla" eos direitos humanos*. Blog JUSNANO, São Leopoldo, [2010?]. Disponível em: <<http://jusnano.blogspot.com.br>>. Acesso em: 18 nov. 2016.
- ENGELMANN, Wilson; Willig, Roberto, Jr. *Inovação no Brasil: entre os riscos e o marco regulatório*. 1.ed. Jundiaí: Editora Paco, 2016
- ETZKOWITZ, Henry. *Hélice Triplíce: universidade-indústria-governo: inovação em ação*. Porto Alegre: EDIPCRS, 2009.
- FEYNMAN, Richard P. *O senhor está brincando, Sr. Feynman!* As estranhas aventuras de um físico excêntrico. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006.
- HOHENDORFF, Raquel von; ENGELMANN, Wilson. *Nanotecnologias Aplicadas aos Agroquímicos no Brasil*. 1. ed. Curitiba: Juruá, 2014.
- HULLMANN, Angela. *European activities in the field of ethical, legal and social aspects (ELSA) and governance of nanotechnology*. 2008. Disponível em: <<http://cordis.europa.eu>>. Acesso em 2 dez. 2016.
- NPD-Nanotechnology Products Database 2016. Disponível em: <<http://product.statnano.com>>. Acesso em 1 dez. 2016.
- OFTEDAL, Gry. *The role of philosophy of science in Responsible Research and Innovation (RRI): the case of nanomedicine*. Life Sciences, Society and Policy. 2014.

OLIVEIRA, Renato de. Sistemas estaduais de Inovação em ciência e Tecnologia. *Revista Estudo & Debate*, V.9, n.2. 2002

SÁBATO, Jorge; BOTANA, Natalio. *La Ciencia y la Tecnología en el Desarrollo Futuro de América Latina*. 1968. Disponível em: <<http://www.politicascti.net>>. Acesso em 10 dez. 2016.

STILGOE, J., et al, *Developing a framework for responsible innovation*. Res. Policy. 2013. disponível em: <<http://dx.doi.org>>. Acesso em 5 dez. 2016.

**MAIS UMA POSSÍVEL CONSEQUÊNCIA DAS NANOTECNOLOGIAS: O QUE FAZER
COM O RESÍDUO EM ESCALA NANOMÉTRICA (NANOWASTE)? AS
POSSIBILIDADES DE APLICAÇÃO DOS PRINCÍPIOS DA POLÍTICA NACIONAL DE
RESÍDUOS SÓLIDOS**

Daniele Weber da Silva^{*}
Raquel Von Hohendorff^{**}

Introdução

O mundo na escala nano sempre existiu, ou seja, integra a natureza, mas apenas na metade para o final do Século XX, o ser humano conseguiu acessar esta ordem de grandeza, graças ao desenvolvimento de nanoscópios, em condições de visualizar a bilionésima parte de um metro. Provavelmente, o “fascínio da criatividade”- expressão encontrada em Winfred Weier (FARIA COSTA, 2005, p. 27) levou os cientistas a desenvolver condições técnicas para pesquisar nesta escala, desvendando um “mundo novo”, com possibilidades e riscos ainda em grande parte desconhecidos

Apesar disso, a utilização industrial da escala nanométrica está avançando rapidamente, incrementando-se os produtos desenvolvidos em nano escala, sem que se tenha uma certeza científica sobre a segurança das nanopartículas e sem que a área jurídica tenha construído marco regulatório específico. Com todo este desenvolvimento nanotecnológico surge mais um aspecto a ser observado e digno de preocupação: a destinação adequada destes resíduos (nanowaste). Os resíduos nanotecnológicos não poderão ser tratados como qualquer lixo, sendo necessária a discussão à luz da lei de destinação de resíduos sólidos,

^{*} Mestranda do PPGD (UNISINOS). Pesquisadora do Grupo Pesquisa JUSNANO (UNISINOS).

^{**} Doutoranda do PPGD (UNISINOS). Bolsista PROEX/CAPES do Grupo de Pesquisa JUSNANO (UNISINOS).

abordando a questão da logística reversa e da responsabilidade de todos os atores integrantes da cadeia de consumo destes materiais.

Quanto ao tema do nanowaste, a OECD publicou em 2016 um relatório intitulado Nanomateriais em resíduos: conhecimentos atuais sobre riscos e impactos, demonstrando preocupação com o assunto e a necessidade de maiores estudos.

Desta forma, o problema de pesquisa pode ser assim definido: Considerando-se a ampla diversidade de produtos já em circulação no mercado consumidor e os possíveis riscos destes produtos ao longo de todo o seu ciclo de vida, especialmente a questão da disposição final, em que medida os princípios expressos na política nacional de resíduos sólidos poderão/deverão ser aplicados no caso do resíduo nanotecnológico? Os objetivos a serem atingidos na pesquisa são: apresentar o mundo nano, um dos tipos de inovação tecnocientífica da pós-modernidade, destacando sua origem, seus usos na atualidade, os setores produtivos envolvidos e os riscos e perigos decorrentes desta tecnologia, especialmente no tocante ao resíduo nanotecnológico e sua destinação; elencar os princípios da política nacional de resíduos sólidos e correlacioná-los com a questão do nanowaste e do ciclo de vida dos produtos com nanotecnologia, buscando demonstrar em que medida estes princípios poderão/deverão ser aplicados ao caso do lixo nanotecnológico.

A metodologia da pesquisa é a sistêmica-constructivista – tomando como referência as contribuições de Niklas Luhmann e Leonel Severo Rocha – onde o pressuposto sistêmico apoia-se no objeto de estudo que poderá ser analisado por diferentes áreas da ciência, sendo assim, condizente com os avanços nanotecnológicos. Através do aspecto constructivista da metodologia, espera-se que o pesquisador participe da realidade, interagindo com ela. Assim, permite-se a observação da inter-relação dos fenômenos sociais, pelo fato de o método sistêmico permitir uma observação de segunda ordem. É possível observar a forma de descrição de diversos sistemas sociais e os diversos acoplamentos e ressonâncias estabelecidos entre si, observando as dinâmicas não lineares da sociedade complexa.

Como resultados parciais pode-se mencionar que no caso das nanotecnologias, especialmente no tocante ao aspecto do resíduo nanotecnológico, considerando-se o atual estado da arte, com uma velocidade enorme de lançamento de produtos no mercado, em inúmeros setores, existe a preocupação de avaliação de quanto a sociedade está

disposta a arriscar para desfrutar das vantagens, assumindo posteriormente, os danos decorrentes, especialmente no tocante à saúde humana e ambiental.

Ademais, como conclusões parciais, evidencia-se que o desafio da nanotecnologia hoje, para o Direito, é como a sociedade poderá colher os benefícios da produção em nano escala e, concomitantemente não sofrer os danos associados com a saúde humana e riscos ambientais que podem advir desta tecnologia. Não há hoje, conhecimento disponível para definir todos os possíveis riscos associados ao nanowaste, e assim, se torna necessária e imprescindível a gestão dos riscos para que as decisões possam objetivar a redução deles, com base nos princípios já existentes da política nacional de resíduos sólidos.

A importância do tema está vinculada à importância do ingresso do Direito no cenário de inovação nanotecnológica, para contribuir no desenho de marco normativo que, por um lado, tenha o foco na saúde e segurança do trabalhador e do consumidor, e por outro lado, apresente ferramentas capazes de promover a proteção e o equilíbrio do meio ambiente.

Desvelando as nanotecnologias: dos benefícios desta inovação tecnológica aos possíveis riscos à vida humana e meio ambiente

O ponto central deste trabalho encontra-se no atual avanço em termos tecnológicos, anteriormente sequer imaginado, que deságua em uma lista de inúmeros questionamentos enfrentados pela sociedade. A nanotecnologia é ainda desconhecida para muitas pessoas, e enquadra-se no conceito de inovação, entretanto, ainda, não houve repercussão negativa na vida humana. Assim, elas podem ser consideradas uma descoberta invisível. É neste patamar que as descobertas nesta escala possibilitam aos humanos adentrarem aos recantos da natureza, já existente anteriormente, mas intocados (ENGELMANN, 2015, p. 49-50). A utilização de manipulação ou exploração de matéria em nanoescala, que equivale à bilionésima parte do metro, está sendo utilizada em diversas partes da indústria, como cosméticos, alimentos, agroquímicos, entre outros. Dentre todos estes produtos, é possível verificar uma série de inovações e benefícios à vida humana, mas com incerteza científica quanto aos seus efeitos.

Cada vez mais se verifica a preocupação com o desenvolvimento das nanotecnologias, pois elas estão se inserindo em nosso cotidiano de

maneira crescente e constante, o que por consequência, gerará mais resíduos em nanoescala.

Desta forma, a quantidade de produtos cresce rapidamente, e paralelo a esse desenvolvimento crescem as preocupações sobre os riscos que as nanotecnologias poderão provocar, especialmente em relação aos trabalhadores, em virtude de sua exposição, devendo trazer-se o foco para a relação com o meio ambiente, saúde e segurança (ENGELMANN, 2011, p. 342). É desta forma que nos deparamos com o risco, o qual demanda por óbvio uma conduta precaucional quando nos referimos às nanotecnologias, cada vez mais inseridas no nosso dia-a-dia. Nesta senda, ensina Wittmann:

No que tange às consequências das nanotecnologias há de se considerar que os riscos são diversos, seja pelo impacto negativo ou sobre os logros positivos para a natureza e sociedade e, nesse contexto, “na sociedade complexa o risco torna-se um elemento decisivo”. Há neste debate entre nanotecnologias, inovação tecnológica, sociedade de risco, equidade intergeracional e a sociedade uma complexidade sistêmica inédita que, todavia, ingressa no ambiente jurídico por meio da compreensão dos riscos que envolvem e ameaçam o direito à sustentabilidade. (WITMANN, 2015, p. 91)

De outra banda, encontram-se algumas pesquisas bem recentes que causam atenção na comunidade científica. Pode-se citar diversos estudos nos Estados Unidos, que se apresenta como atual precursora nesta área. Na Universidade de Harvard, em estudo recente (junho de 2016), intitulado “*Nanotechnology and math delivertwo-in-one punch for câncer therapy resistance*”, foi encontrado um novo método de encolhimento de tumores, o qual ainda impede a resistência em cancros agressivos, ativando duas drogas dentro da mesma célula ao mesmo tempo (LQESNEWS, 2016), utilizando-se de uma nanopartícula.

Já na Suíça, em pesquisa do Programa nacional chamado “*Opportunities and Risks of Nanomaterials*” (*Environmental Science & Technology*, “*Dynamic probabilistic Modelling of Environmental Emissions of Engineered Nanomaterials*”, comandado por Bernd Nowack (EMPA - Instituto Federal Suíço de materiais e tecnologias), verificou-se como nanopartículas fluem pelo meio ambiente, e de forma alarmante os autores concluíram que, pelo menos no caso de nanozinco (dentre tantas outras existentes em abundância), a sua concentração no ambiente se aproxima do nível crítico. É por isso que tem que ser dada prioridade a este

nanomaterial particular, em futuros estudos ecotoxicológicos – muito embora nanozinco seja produzido em quantidades menores do que nano-dióxido de titânio. Além disso, testes ecotoxicológicos têm até agora sido realizado principalmente com organismos de água doce. Os investigadores concluem que as investigações complementares usando os organismos do solo é uma prioridade (LQES NEWS, 2016). Portanto, ao lado das possíveis benesses da tecnologia em nanoescala encontram-se sim os alertas de impactos no meio ambiente e na vida humana, o que causa preocupação.

Assim, tão presente é esta discussão que o tema das nanotecnologias integra inclusive a Estratégia do Programa Quadro “Horizonte 2020” da União Europeia, estabelecendo expressamente:

(...) As tecnologias facilitadoras essenciais, como, por exemplo, a indústria de ponta e de materiais avançados, a biotecnologia e as nanotecnologias, estão no cerne dos produtos inovadores: telefones inteligentes, baterias de alto rendimento, veículos ligeiros, nanomedicamentos, tecidos inteligentes e muito mais. A indústria transformadora europeia é o maior empregador, com 31 milhões de trabalhadores em toda a Europa. (HORIZON, 2020)

Além disso, cabe destacar a revisão de junho de 2015 do documento intitulado: High-Level Expert Group on Key Enabling Technologies , referente a uma comunicação da Comissão Europeia datada de 2009, intitulada: Preparing for our future: developing a Common Strategy for Key Enabling Technologies in the EU. Neste documento foram identificados seis tecnologias chaves de capacitação e uma delas são as nanotecnologias (HIGH LEVEL EXPERT GROUP ON KEY ENABLING TECHNOLOGIES, 2016).

No contexto nacional, chama-se atenção para o estudo realizado em 2015, através do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) – onde foram debatidas as Megatendências mundiais 2030, e assim verificou-se o crescimento dos investimentos e aplicação no campo da nanotecnologia e biotecnologia (IPEA, 2015, p. 99).

Até 2030, haverá manutenção da revolução tecnológica, integrando a biotecnologia, a nanotecnologia, as TIC e as tecnologias dos materiais em ritmo acelerado. Os avanços em áreas como novos materiais e bioengenharia estão mudando os princípios farmacêuticos e de cuidados médicos no que diz respeito a inovações em produtos e serviços para saúde humana. No campo da medicina, principalmente nos países desenvolvidos, há alta probabilidade de haver forte avanço em gerontologia e tecnologias genéticas, com uso

de nanochips e tecnologia de microsensores, transplantes de órgãos, células nervosas, retina etc., que permitirá um aumento substancial na vida média humana. A convergência tecnológica também pode ser observada no campo energético (...). No entanto, o ritmo de transformação tecnológica é difícil de prever e algumas novas tecnologias necessitam de estudo mais aprofundados e de estratégias de investimento, dado seu potencial impacto sobre o desenvolvimento humano. São exemplos disso o uso da biotecnologia e da nanotecnologia na geração de energia. Tudo indica, por exemplo, que a energia solar será muito mais eficiente no futuro. Essa eficiência ocorrerá em função dos avanços nos materiais utilizados, incluindo polímeros e nanopartículas. (IPEA, 2015, p. 110)

Desta forma, latente a crescente discussão e desenvolvimento das nanotecnologias, o que gera uma ampliação da produção e comercialização destes nanoprodutos. Ainda, com todo este desenvolvimento nanotecnológico surge então mais um aspecto a ser observado e digno de preocupação: a potencialização da questão da destinação adequada dos resíduos, eis que os resíduos nanotecnológicos não poderão ser tratados como qualquer resíduo, sendo necessária a discussão à luz da lei de destinação de resíduos sólidos, abordando a questão da logística reversa e da responsabilidade de todos os atores integrantes da cadeia de consumo destes materiais.

É imperativo, portanto, que fabricantes (a indústria), laboratórios, cientistas e universidades, seguradoras e a comunidade jurídica, em ação conjunta na tomada de ações proativas, adotem medidas na identificação e quantificação dos riscos da nanotecnologia, bem como na efetivação de legislação de biossegurança e do adequado descarte dos *nanowaste* (resíduos nanotecnológicos).

Portanto, todo o debate envolvendo nanotecnologia busca respostas sobre seus (possíveis) efeitos na saúde humana, sobre as consequências ao meio ambiente, em face da presença de riscos.

É necessário que se avance em busca do conhecimento para que as nanotecnologias sejam vetores de desenvolvimento e não de agravos à saúde, e assim a proposta deste artigo justifica-se pela atualidade do tema, considerando-se a ampla diversidade de produtos já em circulação no mercado consumidor e os possíveis riscos destes produtos ao longo de todo o seu ciclo de vida, especialmente a questão da disposição final, e a necessária abordagem de pesquisa e inovação responsáveis e dos impactos éticos, legais e sociais. As nanotecnologias provocarão como legado, no

Direito, uma revolução, uma vez que exigirão a tomada de posicionamentos jurídicos e não apenas legalistas, ou seja, exigirão inovação no/do Direito.

A proteção da saúde ambiental como um todo deve permear as atitudes de todos os envolvidos no processo produtivo, tendo sempre como objetivo a prevenção de novos incidentes e a busca de uma maior qualidade de vida para todos. Desta forma, tendo em vista a amplitude dos reflexos da revolução nanotecnológica nos mais diferentes campos da sociedade, optou-se pela abordagem específica do resíduo decorrente do uso dos nanomateriais, ou seja, o *nanowaste*, considerando-se a questão da nanotoxicologia¹, gestão compartilhada dos riscos e saúde ambiental.

O ciclo de vida dos nanomateriais e a necessária destinação final adequada do nanowaste

As tecnologias em ultra-pequena escala com toda uma imensa gama de benefícios já estão no mercado, sendo amplamente consumidas. Os mais diferentes setores econômicos utilizam nanotecnologias (variadas produções tecnológicas na escala nanométrica, representando uma alternativa de manipular átomos e moléculas na bilionésima parte do metro). Como exemplo podem ser citados protetores solares, calçados, telefones celulares, tecidos, cosméticos, automóveis, medicamentos produtos para agricultura, medicamentos veterinários, produtos para tratamento de água, materiais para a construção civil, plásticos e polímeros, produtos para uso nas indústrias aeroespacial, naval e automotora, siderurgia, entre outros. Assim, deixam de ser apenas promessas futurísticas e incorporam-se na rotina diária da sociedade deste início do século XXI, exigindo, portanto, a atenção por parte do Direito.

Por óbvio que todo esse consumo de nanomateriais gerará o aumento de resíduos nesta mesma escala. Assim, como o *nanowaste* vem sendo manejado? Verifica-se uma destinação final adequada para os nanomateriais? Em um primeiro momento não se afere nenhuma regulação acerca deste problema. Mas alguns estudos vêm sendo

¹ A nanotoxicologia é a ciência que estuda os efeitos adversos de agentes de natureza física, química ou biológica sobre os biosistemas, tendo como meta o tratamento, o diagnóstico e a prevenção da intoxicação.

realizados, dada a importância dos nanomateriais e o risco ao meio ambiente e vida humana.

Importante ainda destacar que o desenvolvimento destas tecnologias gera impactos éticos, legais e sociais importantes, relacionados também ao princípio da precaução e informação, bem como reflexos nas relações de trabalho e no meio ambiente. Não há como se imaginar avanços científicos e tecnológicos, além de econômicos, alicerçados sobre retrocesso social em termos de saúde e de proteção. Portanto, reforça-se novamente a preocupação com a destinação final de nanomateriais.

Em âmbito internacional os estudos sobre nanotecnologias encontram-se muito mais adiantados, nos mais diversos campos, como em nanotoxicologia, nanosegurança, nanomateriais e seus resíduos, em especial o *nanowaste*, que causa uma das maiores preocupações, tendo em vista a inexistência de certeza sobre seus possíveis riscos ao meio ambiente, quando do seu descarte.

De acordo com a pesquisa intitulada *Life Cycle Assess on Nanotechnology* (GAVANKARET et al, 2012), resta demonstrada a importância do conhecimento acerca do ciclo de vida dos nanomateriais, e ainda o alerta de que muitas das pesquisas não abrangem todo o ciclo dos nanomateriais:

Os potenciais benefícios da nanotecnologia não foram adequadamente avaliados em face dos os riscos potenciais ecológicos e à saúde humana, nem há uma avaliação holística de todos os aspectos, não apenas dos riscos, mas ao longo do ciclo de vida dos produtos e serviços baseados em nano. A LCA já foi reconhecida como uma ferramenta apta para conduzir à uma avaliação ambiental holística. Nesse sentido, nossa pesquisa mostra que o número de estudos sobre avaliação do ciclo de ENM está a aumentar, embora um olhar mais atento revela que muitos desses estudos não cobrem todo o ciclo de vida dos nanomateriais ou nanoprodutos. (GAVANKAR et al, 2012, p. 300; tradução livre)

Uma vez que são desconhecidos os impactos dos nanomateriais no meio ambiente e na vida humana, e também como forma de respeitar o importante Princípio da Precaução, faz-se necessária a implementação de uma destinação final do *nanowaste* de maneira adequada e responsável, sob pena de incorrerem em danos futuros sem precedentes.

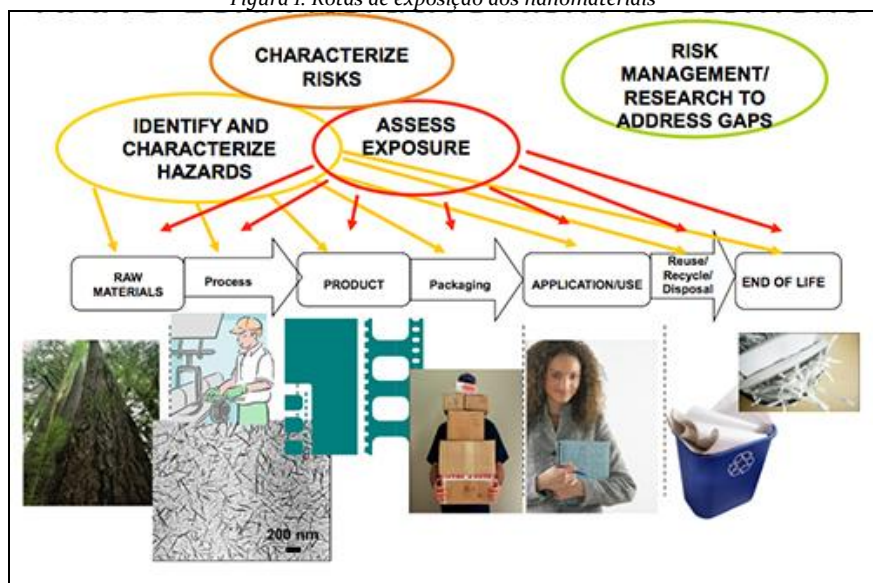
Apenas como exemplo do risco, cabe destacar um acontecimento nos Estados Unidos. Em 24 de março de 2015, a Agência (americana) de

Proteção Ambiental (EPA) concordou em regular o nanomaterial de prata como um novo pesticida, resultado de uma ação judicial movida pelo Centro de Segurança Alimentar. A Center for FoodSafety é uma organização nacional americana de interesse público e defesa ambiental, sem fins lucrativos, trabalhando para proteger a saúde humana e o meio ambiente, reduzir o uso de tecnologias de produção de alimentos nocivos e à promoção de formas orgânicas e de agricultura sustentável (EPA, 2016). Assim, resta clara a necessidade de se investigar e adotar uma adequada destinação final dos nanomateriais, face o potencial risco que se apresenta.

O aspecto que tem gerado preocupação é o destino final destes materiais com nanotecnologia quando do fim de seu ciclo. Estes materiais podem não ser biodegradáveis e assim, permaneceriam no ambiente, interagindo com outros materiais. Este risco em potencial já está causando preocupação dos países em desenvolvimento para onde os resíduos contendo nanomateriais podem ser exportados (FAO/WHO, 2016). A avaliação do ciclo de vida está diretamente vinculada, e vice-versa, com a avaliação do risco das nanopartículas.

A figura 1 demonstra as principais rotas de exposição ao longo do ciclo de vida dos nanomateriais:

Figura 1: Rotas de exposição aos nanomateriais



Fonte: (SHATKIN; KIM, 2015, p. 477-499)

A OECD – The Organisation for Economic Co-operation and Development – faz uma alerta acerca da destinação final do *nanowaste*. Foi realizada uma série de pesquisas e estudos específicos na área das nanotecnologias, focando seus questionamentos na procura por respostas adequadas quanto aos resíduos de produção em nano escala, ou seja, o descarte final de nanomateriais, em virtude desta enorme produção, sem qualquer cuidado quanto ao descarte (OECD, 2016, p. 13). Assim, justificou-se a pesquisa ante a produção crescente em nano escala, a fim de avaliar processos de tratamento de resíduos, relacionando-os aos nanomateriais, com a finalidade de minimizar os riscos existentes, retirando de evidência literárias em específicos tratamentos de resíduos, como na reciclagem, incineração, disposição de resíduo em aterros e tratamento de água (OECD, 2016, p. 13).

Com este objetivo, a pesquisa forneceu uma revisão da literatura dos quatro processos específicos de tratamento dos resíduos: (a) reciclagem, (b) incineração, (c) deposição em aterro e (d) tratamento de águas residuais, vislumbrando desmistificar o estado atual do conhecimento sobre o destino e possíveis impactos dos produtos em nano escala nestes processos (OECD, 2016, p. 18). No intuito de informar os aspectos dos tratamentos direcionados especificamente aos nanomateriais, abaixo segue tabela explicativa e resumida, onde se apresentam as principais características e resultados de cada procedimento apresentado pela mencionada organização:

Tabela 1. Relação entre a categoria de tratamento de resíduos x explicação da técnica com o resultado em nanomateriais.

Categoria de tratamento de resíduos contendo nanomateriais	Explicação dos respectivos tratamentos de resíduos com nanomateriais e resultados
Reciclagem	Neste processo seria possível a separação dos materiais em nanoescala. O problema é a identificação dos que são (e não são) produzidos em nanoescala. Observa-se neste procedimento que pode ocorrer a poeira na manipulação dos resíduos com nanopartículas, e desta forma seriam necessárias condições específicas de segurança de trabalho, tanto para prevenir o contato humano quanto com o meio ambiente. Resultado: o destino dos nanomateriais em processo de reciclagem não é claro em virtude dos desafios na exposição dos produtos com nanoescala, em relação ao ambiente real de trabalho.
Incineração	Os resíduos são misturados e tratado termicamente em

instalações de incineração. Ocorre que as partes inflamáveis são destruídas, os quais deixam partículas não destruídas na câmara de combustão. Desta forma seriam necessários modernos filtros e procedimentos de limpeza específicos. Poderia reduzir a quantidade dos resíduos perigosos. Entretanto, não existem muitas informações sobre a influência da limpeza em relação aos às nanopartículas que persistem nas chaminés. E este seria o pior caso, onde persistem as partículas não destruídas, que permaneceriam assim no ambiente.

Resultado: o estudo revela que poderia ser capturada uma parcela significativa de nanopartículas, desviando-as em cinzas volantes e cinzas. Mas a remoção das partículas restantes e sua eficiência foi relatada de formas diversas em vários estudos. Ainda, mesmo com este tratamento, 20% do total do material não seria alcançado e passaria pelo método, o que exigiria mecanismos preventivos adicionais.

Tratamento de águas residuais

Os produtos com nanomateriais podem liberar partículas durante sua utilização, bem como em contato com a água. Exemplo disso é a lavagem de roupas em máquinas. Assim, os nanomateriais podem ser encontrados nos tratamentos de águas residuais, inclusive no lodo incinerado e utilizado como fertilizante para a agricultura. Portanto, a ausência de conhecimento existe no que tange aos impactos ambientais decorrentes de utilização deste lodo como fertilizante.

Resultado: na investigação de alguns tipos de produtos em nano escala em estações de água piloto, constatou-se que foram capazes de desviar e capturar 80% de nanomateriais em massa em lama sólida, mas o restante dos resíduos com nanopartículas permaneceriam nas águas superficiais.

Deposição em aterros

A deposição em aterros de resíduos com nanomateriais não tratados (biodegradáveis) é o principal resíduo, pois é a técnica de gestão mais utilizada pelos países. Dependendo de como e onde o aterro está e é organizado, as nanopartículas podem deixar o aterro por emissão na atmosfera, água e ainda no solo.

Resultado: aqui se assemelha ao caso do tratamento da água, em que a captura se daria ante a agregação ou aglomeração com matéria orgânica e bactérias. Mas no caso específico da eficácia dos forros dos aterros na manutenção dos nanomateriais para o meio ambiente, os resultados são contraditórios, e a extensão em que as superfícies do aterro ou gás para liberação não foi estudada com profundidade.

Fonte: OECD, 2016, p. 17-20, adaptado pelos autores.

Por fim, chegou-se à conclusão que mesmo com estes procedimentos de tratamento implementados, ainda há um certo grau de incerteza associado à sua disposição final, exigindo mais pesquisas nessa área. Mesmo com o conhecimento sobre o destino dos resíduos contendo nanomateriais, e sendo as instalações de tratamento de resíduos susceptíveis de recolher, desviar ou eliminar uma grande parte dos nanomateriais destes fluxos de resíduos, outra boa parte, e muitas vezes as mais suscetíveis ao contato com meio ambiente, fogem ao controle destes processos, e podem ser lançados como emissões (OECD, 2016, p. 18-9). Mesmo assim não se pode desconsiderar o êxito alcançado com os protocolos, pois certamente minimizam de alguma forma os possíveis danos e riscos ao meio ambiente. Fica claro diante deste quadro apresentado que se enfrenta uma grande preocupação, pois até mesmo os mais elaborados protocolos, neste caso da OECD, não são suficientes frente ao enorme risco que desencadeiam as nanotecnologias. O que justifica mais ainda a utilização conjunta dos nortes fornecidos pelo Princípio da Precaução.

Baseado na premissa de cautela, a fim de resguardar o meio ambiente e saúde humana dos possíveis riscos do *nanowaste*, no caso de manejo inadequado, urge que se viabilize a utilização dos princípios da política nacional de resíduos sólidos na questão do *nanowaste* e do ciclo de vida dos produtos com nanotecnologia, demonstrando ainda em que medida estes princípios poderão/deverão ser aplicados ao caso do lixo nanotecnológico.

A aplicação/adequação dos princípios da política nacional de resíduos sólidos ao *nanowaste*

Diante do aumento da produção em nanoescala, verifica-se o proporcional crescimento do *nanowaste*, uma vez que nanotecnologia é incorporada em embalagens, alimentos, dentre outros.

Para lidar com as novidades trazidas pela nano escala, especialmente na área de alimentos e embalagens (e aqui a preocupação com as questão dos resíduos e sua destinação final), será fundamental iniciar um trabalho sério por meio da chamada “avaliação e gestão dos riscos” (Nowack et al, 2012, p. 50-59).

Muito pouco hoje é conhecido acerca do comportamento ambiental e os efeitos da liberação de nanopartículas, embora estes sejam materiais que já se encontram efetivamente presentes no ambiente. Mais pesquisas são necessárias para determinar se a liberação e os processos de transformação resultam em um conjunto de nanopartículas similar ou mais diversificada e, finalmente, como isso afeta o comportamento ambiental (Nowack et al, 2012, p. 50-59). Portanto, remete-se à adequação da Política de Resíduos Sólidos às nanotecnologias.

Apesar de a Lei nº 12.305/10, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS, ter sido promulgada há seis anos, o modelo vigente de gestão de resíduos sólidos no Brasil ainda “é o que preza pelo aterramento dos resíduos sólidos e pelo desperdício de matéria-prima”, afirma Ednilson Viana à IHU On-Line. “Não basta a gestão dos resíduos sólidos ser integrada, ela precisa ser sustentável, envolvendo o conceito de integração entre as etapas do fluxo dos resíduos e ainda os aspectos ambientais, sociais, políticos, econômicos”, diz o biólogo (Resíduos Sólidos: os desafios de uma gestão sustentável, 2015). Ele ainda menciona que

A situação parece mais grave ainda quando se percebe que o modelo ainda vigente é o que preza pelo aterramento dos resíduos sólidos e pelo desperdício de matéria-prima. Este modelo é responsável pelo esgotamento rápido dos aterros sanitários e por contribuir para agravar os impactos negativos ao meio ambiente e à saúde pública pelo uso alargado de lixões e aterros controlados, que são métodos de disposição dos resíduos sólidos inadequados no solo e sem a proteção devida. Por isso, é preciso dar um basta nesta situação e progredirmos para uma outra realidade. (RESÍDUOS SÓLIDOS: OS DESAFIOS DE UMA GESTÃO SUSTENTÁVEL, 2015)

Cabe mencionar os princípios referidos na PNRS: I – a prevenção e a precaução; II – o poluidor-pagador e o protetor-recebedor; III – a visão sistêmica, na gestão dos resíduos sólidos, que considere as variáveis ambiental, social, cultural, econômica, tecnológica e de saúde pública; IV – o desenvolvimento sustentável; V – a ecoeficiência, mediante a compatibilização entre o fornecimento, a preços competitivos, de bens e serviços qualificados que satisfaçam as necessidades humanas e tragam qualidade de vida e a redução do impacto ambiental e do consumo de recursos naturais a um nível, no mínimo, equivalente à capacidade de sustentação estimada do planeta; VI – a cooperação entre as diferentes esferas do poder público, o setor empresarial e demais segmentos da sociedade; VII – a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos

produtos; VIII – o reconhecimento do resíduo sólido reutilizável e reciclável como um bem econômico e de valor social, gerador de trabalho e renda e promotor de cidadania; IX – o respeito às diversidades locais e regionais; X – o direito da sociedade à informação e ao controle social; XI – a razoabilidade e a proporcionalidade (BRASIL, 2016).

Melhorar a gestão de materiais e reduzindo drasticamente o impacto dos resíduos são elementos-chave em qualquer estratégia para travar a erosão contínua da resiliência ambiental. Isso significa políticas e abordagens que estimulem o uso sustentável dos materiais e procurem garantir saúde humana e proteção ambiental. Todas essas políticas têm de se adaptar às rápidas mudanças no ambiente de produção associada a inovações tecnológicas. Uma dessas inovações é o uso cada vez mais generalizado de nanomateriais (OECD, 2016).

Outro ponto que precisa ser destacado é sobre a responsabilidade compartilhada pela gestão dos resíduos sólidos entre fabricantes, importadores, comerciantes e consumidor (logística reversa).

Assim, em se tratando de pós-consumo, a logística reversa representa um potencial para determinar e coletar dados sobre os possíveis impactos e efeitos junto ao meio ambiente e a saúde humana, formando um verdadeiro inventário de informações sobre os produtos nanos ao orientar ações e viabilizar decisões alicerçadas sob o manto constitucional dos princípios ambientais e valores jurídicos, além de atribuir responsabilidades em todas as etapas do ciclo de vida dos produtos (art. 3º, IV da Lei 12.305/10). Com isso, “está-se diante de diversos atores que podem ser responsabilizados no âmbito da cadeia produtiva, de consumo, de disposição e de fiscalização” (LEMOS, 2014, p. 210).

Mais um aspecto relevante a ser considerado é o fato da Política Nacional de Resíduos Sólidos instituir que o controle da destinação final ambientalmente adequada será feito pelos órgãos competentes do Sisnama, do SNVS e do Suasa, observado as normas operacionais específicas voltadas a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança, bem como minimizar os impactos ambientais adversos, que consta no Art. 3º, inciso XI da respectiva lei (Brasil, 2016). Nesse caso, no que se refere as nanotecnologias não há qualquer previsão específica, pois permanece em tramite o Projeto de Lei nº 6.741/13. Outrossim, apesar de abordar a questão dos resíduos, deixa aberta uma lacuna a ser preenchida, qual seja, estabelecer qual será o órgão responsável pela segurança e controle dos

riscos associados a produção, consumo e resíduos nanotecnológicos (PULZ, 2015, p. 157).

Por fim, destaca-se que a logística reversa é uma ferramenta estratégica a ser explorada, eis que em relação a produção de resíduos pós-consumo, apresenta-se como meio adequado tanto para minimizar qualquer tipo de riscos ambientais pela acumulação ou contaminação do meio ambiente (solo, ar, água) quanto a riscos humanos pela exposição a agentes nocivos (inalação, ingestão, absorção, contato, entre outras) provenientes do descarte ou disposição inadequada de materiais nanoengenhierados. Na mesma lição, o autor ainda expõe que se trata de uma possibilidade de reduzir as chances de probabilidade de ocorrência de efeitos indesejados e incertos das nanotecnologias, e também favorece a coleta e monitoramento de dados, uma vez que a responsabilidade compartilhada passa por todas as etapas do ciclo de vida dos produtos (art. 3º, IV da Lei 12.305/10), formando um banco de dados sobre os produtos nanotecnológicos, auxiliando na tomada de decisões que envolvam possíveis riscos à saúde humana e ambiental (PULZ, 2015, p. 210-211).

Conclusão

O vasto potencial das nanotecnologias é evidente desde o papel fundamental desempenhado por suas diversas aplicações tanto que as nanotecnologias já foram indicadas como a solução para 5 dos 8 Objetivos do Milênio das Nações Unidas para combater a pobreza. Entre estas soluções estão os nanossensores e nanocomponentes para melhorar o fornecimento de água e fertilizantes às plantas, de modo a reduzir a pobreza e a fome no mundo.

A recente preocupação com as consequências das nanotecnologias vem despertando uma inquietude iminente no que tange à proteção do meio ambiente, incluindo-se a vida humana. Pelo que se depreende do estudo de vasta bibliografia e notícias científicas recentes, a produção em nano escala encontra-se em amplo crescimento, o que consequentemente gera o aumento de depósito e descarte de resíduos com nanomateriais.

Não há certeza sobre os (possíveis) danos que pode causar o descarte deste nanowaste no meio ambiente, o que reflete na existência do Risco, necessitando-se assim de uma alternativa a fim de proporcionar a destinação final adequada a estes nanomateriais.

No entanto, a utilização das nanotecnologias sem uma avaliação adequada dos riscos e de uma gestão adequada destes riscos pode configurar-se em caminho como o do amianto, dos transgênicos e dos aerossóis, onde a comercialização passou muito à frente da avaliação ambiental holística dessas tecnologias.

Neste contexto, baseado na premissa da cautela frente os estudos já elaborados sobre o nanowaste – como o protocolo da OECD apresentado – apresenta-se como uma possibilidade a adequação dos princípios da Política de Resíduos Sólidos às nanotecnologias, como a aplicação da logística reversa e consequente responsabilidade compartilhada, reforçando ainda o monitoramento e criando-se uma base de dados mais eficaz a fim de resguardar o meio ambiente e saúde humana.

O avanço responsável da nanotecnologia depende da capacidade científica confiável para acesso e gerenciamento dos riscos e à tomada de decisões no âmbito governamental, buscando levar em consideração os impactos sociais que a tecnologia poderá gerar na sociedade global.

Referências

BRASIL. *Política Nacional de Resíduos Sólidos* – Lei 12.305/10. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br>>. Acesso em: 24 jun. 2016.

ENGELMANN, Wilson *et al*, Das nanotecnologias aos nanocosméticos: conhecendo as novidades na na escala manométrica. *In*: ENGELMANN, Wilson. *Nanocosméticos e o Direito à Informação*. Erechim: Devian, 2015. p. 15-76.

ENGELMANN, Wilson. Os avanços nanotecnológicos e a (necessária) revisão da Teoria do Fato Jurídico de Pontes de Miranda: compatibilizando “riscos” com o “direito à informação” por meio do alargamento da noção de “suporte fático”. *In*: CALLEGARI, André Luís; ROCHA, Leonel Severo; STRECK, Lenio Luiz (orgs.) *Constituição, sistemas sociais e hermenêutica: anuário do programa de Pós-graduação em Direito da UNISINOS*: mestrado e doutorado. Porto Alegre: Livraria do Advogado Editora; São Leopoldo: UNISINOS, 2011. p. 339-363.

EPA. *Agrees-to-regulate-novel nanotechnology-pesticides-after-legal-challenge*. Disponível em: <<http://www.centerforfoodsafety.org>>. Acesso em 09 jul. 2016.

FAO/WHO-. Food and Agriculture Organization of the United Nations/World Health Organization, *Seminar on Nanotechnologies in food and agriculture*. Roma, 27 Mar. 2012. Disponível em: <<http://www.fao.org>>. Acesso em: 07 jul. 2016.

FARIA COSTA, José de. *Linhas de Direito Penal e de Filosofia: alguns cruzamentos reflexivos*. Coimbra: Coimbra Editora, 2005.

GAVANKAR, Sheetal; SUH, Sangwon Suh; KELLER, Arturo F. Life cycle assessment at nanoscale: review and recommendations. *Int J Life Cycle Assess* (2012) 17:295–303.

HIGH-LEVEL EXPERT GROUP ON KEY ENABLING TECHNOLOGIES, *Final Report*, June 2015: KETs: Time to Act, European Commission. Disponível em: <<http://ec.europa.eu>> Acesso em 09 ago. 2016.

HORIZON 2020 em breves palavras: *O programa-quadro de investigação e inovação da EU*. Disponível: <<https://ec.europa.eu>> Acesso em 09 ago. 2016.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. *Megatendências mundiais 2030: o que entidades e personalidades internacionais pensam sobre o futuro do mundo?: contribuição para um debate de longo prazo para o Brasil / organizadora: Elaine C. Marcial*. – Brasília: Ipea, 2015. 175p.

LE MOS, Patrícia Fagalglecias. *Resíduos sólidos e responsabilidade civil pós-consumo*. São Paulo: Editora Revista dos Tribunais, 3 ed, 2014. p. 210.

LQES NEWS, BOLETIM. *How nanoparticles flow through the environment*. <<http://www.lqes.iqm.unicamp.br>>. Acesso em 05 jul. 2016

LQES NEWS, BOLETIM. *Nanotechnology and math deliver two-in-one punch for cancer therapy resistance*. Disponível em <<http://www.lqes.iqm.unicamp.br>>. Acesso em 05 jul. 2016.

NOWACK, Bernd.; RANVILLE, James F.; DIAMOND, Stephen; GALLEGU-URREA, Julian A.; METCALFE, Chris; ROSE, Jerome; HORNE, Nina; KOELMANS, Albert A.; KLAINE, Stephen J. Potential scenarios for nanomaterial release and subsequent alteration in the environmental. In: *Environmental Toxicology and Chemistry*, v. 31, n. 1, 2012.

OECD (2016). *Nanomaterials in Waste Streams: Current Knowledge on Risks and Impacts*, OECD. Publishing, Paris. Disponível em: <<http://dx.doi.org>>. Acesso em 31 mar 2016.

PULZ, RONEI LEONARDO. *O Direito na era das nanotecnologias: uma abertura às possibilidades ambientalmente sustentáveis no cenário de impactos e responsabilidades desconhecidos*. 2015, 237 f. Dissertação (Mestrado em Direito). Programa de Pós-Graduação em Direito, Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, RS, 2015. p. 157

RESÍDUOS SÓLIDOS: OS DESAFIOS DE UMA GESTÃO SUSTENTÁVEL. Entrevista especial com Ednilson Viana. *Instituto HumanitasUnisinos*, Nov. 2015. Disponível em: <<http://www.ihu.unisinos.br>>. Acesso em 10 jul. 2016.

SHATKIN, Jo Anne; KIM, Baram. *Cellulose nanomaterials: life cycle risk assessment, and environmental health and safety roadmap*. *Environ. Sci.: Nano*, 2015,2, 477-499.

WITTMANN, Cristian. Autorregulação e nanotecnologias: da fragilidade do Estado para o além dele. *In: ENGELMANN, Wilson; WITTMANN, Cristian (orgs.). Direitos Humanos e Novas Tecnologias*. Jundiaí, Paco Editorial: 2015. p. 79-106.

A (IN)EFICÁCIA DO PRINCÍPIO DA PRECAUÇÃO FRENTE AO USO DA NANOTECNOLOGIA

Bruno Jaime Bernardi^{*}
Cristiane Zanini^{**}

Introdução

A presente pesquisa tem por objeto examinar a (in)eficácia do princípio da precaução frente ao uso de nanotecnologias tendo por base a análise dos danos ambientais e sociais na sociedade contemporânea.

A pesquisa do tema é relevante no contexto social contemporâneo, uma vez que as nanotecnologias podem vir a representar uma “nova Revolução Industrial”, disto surge a necessidade de analisar os impactos ao meio ambiente e os efeitos sociais provocados, uma vez que potencialmente será fonte de efeitos nocivos, direta ou indiretamente.

Diante disso, o princípio da precaução deve ser observado quando houver ausência de certeza científica absoluta, com o intuito de prevenir a degradação ambiental, considerando que todo o dano ambiental é uma agressão ao meio ambiente causada por atividade econômica potencialmente poluidora, praticado por qualquer pessoa, de forma comissiva ou por omissão decorrente de negligência tendo em vista o fato de também englobar os efeitos que esta modificação gera na saúde das pessoas e em seus interesses.

Muito embora, o sistema jurídico pátrio possua um arcabouço considerável de normas, a efetivação dessas normas ainda precisa ser buscada com a ampliação de mecanismos concretos de efetivação, com o

^{*} Bacharel em Direito (UNOCHAPECÓ).

^{**} Mestre em Ciências Ambientais (UNOCHAPECÓ). Professora do Curso de Direito (UNOCHAPECÓ). Pesquisadora do Grupo de Pesquisa Direito, Democracia e Participação Cidadã (UNOCHAPECÓ).

intuito de suprir se não todo, ao menos parcialmente os riscos ambientais advindos das novas tecnologias.

Considerando que enquanto as nanotecnologias oferecem oportunidades para a sociedade, elas também podem trazer profundos riscos sociais e ambientais não apenas por ser uma tecnologia capacitadora de tecnologias para a indústria biotécnica mas, deve-se levar em conta o fato dela envolver uma determinada manipulação atômica que poderá tornar possível a fusão do mundo biológico com o mecânico e por isso já se pode verificar a extrema necessidade de se avaliar todas as implicações advindas desta nova tecnologia.

Contudo, a regulamentação da nanotecnologia ainda não está estruturada para o seu pleno exercício, pois é necessária uma percepção para além da patrimonialista. Verifica-se ainda, a extrema importância de tal situação, tendo em vista que certos elementos podem ter a menor importância em termos de sua regulamentação frente às demais áreas de interesse para o setor econômico, que passa a ter mais privilégios em relação aos demais setores enquanto que os riscos sociais e ambientais são renegados em detrimento de outros.

Princípio da precaução

Na Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada na cidade do Rio de Janeiro em 1992, vários princípios foram discutidos, dentre eles, o da precaução:

Princípio 15. Com o fim de proteger o meio ambiente, o princípio da precaução deverá ser amplamente observado pelos Estados, de acordo com suas capacidades. Quando houver ameaça de danos graves ou irreversíveis, a ausência de certeza científica absoluta não será utilizada como razão para o adiamento de medidas economicamente viáveis para prevenir a degradação ambiental. (Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, 1992)

Nota-se que compete ao Poder Público o dever de propor um meio ambiente ecologicamente equilibrado a todos, o que está previsto na Constituição federal, em seu art. 225, que prevê a exigibilidade de estudo prévio para a instalação de obras que possam vir a causar danos ambientais, bem como, manter controle sobre a produção, comercialização e a utilização de técnicas que sejam arriscadas para a qualidade de vida e do meio ambiente.

Parte da doutrina entende que o princípio da precaução e o princípio da prevenção podem ser analisados como sinônimos, como Fiorillo (2006, p. 39-40) e Milaré (2005, p. 165), que não descarta a diferença entre as expressões, mas prefere adotar o princípio da prevenção como “fórmula simplificadora”, entendendo que prevenção engloba precaução, sendo este de caráter possivelmente específico. Ocorre que, muito embora exista esse entendimento, a corrente majoritária é de que tais princípios são distintos, sendo também o entendimento do Superior Tribunal de Justiça – STJ e do Supremo Tribunal Federal – STF que já tem aplicado desta maneira.

O procedimento de avaliação dos riscos possui importante função no que diz respeito ao estabelecimento de requisitos concretos para que o princípio seja aplicado sem necessariamente ter apontado como objetivo “a remoção absoluta das incertezas científicas” (LEITE; AYALA, 2004. p. 79-80). Assim, verifica-se que o ônus da prova cabe, então, àquele que praticou o ato de poluição, devendo este provar que não irá ocorrer nenhum dano ambiental e que tomou as devidas medidas à que prevê o princípio (LEITE, 2012, p. 71).

Embora a inversão do ônus da prova não esteja prevista legalmente, nestes casos o STJ já se manifestou sobre a sua ocorrência (Resp 972902/RS): “(...) justifica-se a inversão do ônus da prova, transferindo para o empreendedor da atividade potencialmente perigosa o ônus de demonstrar a segurança do empreendimento”. O princípio da precaução não é um obstáculo ou empecilho do desenvolvimento científico, mas sim, uma fonte de evolução científica. É um princípio de justiça no sentido costumeiro, lógico e comprometido com o futuro (ARAGÃO, 2002, p. 16).

Este princípio possui várias características em sua substância e em seu procedimento, e não requer medidas reguladoras em especial, mas sim medidas conservadoras no momento da aplicação. Antes que haja algum impacto negativo no meio ambiente, deve-se agir antes que se materialize, e não ficar esperando ter certeza se vai acontecer ou não (FREESTONE; HEY, 1996, p. 13).

O princípio deve orientar as pessoas que tomam decisões concernentes aos atos que irão comportar em dano grave para a saúde das presentes e futuras gerações. Cabe ao poder público fazer valer os imperativos de saúde e segurança sobre o livre comércio entre privados e públicos. Tal princípio faz com que sejam observadas as medidas corretas de forma economicamente suportáveis para detectar os riscos e reduzi-lo a

níveis aceitáveis ou mesmo eliminá-los. Deve-se ainda debater com os usuários e aceitar sugestões para que seja efetivamente tomada a melhor medida possível a fim de que seja possível evitar o risco (KOURILSKY; VINEY, 2000, p. 215-216).

Por fim, tem-se que o princípio da precaução não é visto internacionalmente sob um paradigma dominante ambiental, mas sim econômico e tecnológico. O princípio da precaução limita-se à hipótese de ocorrência de risco potencial, ainda que não tenha sido totalmente demonstrado, não há como quantificar seus efeitos nocivos, pela insuficiência de dados como forma de avaliação dos riscos (LEITE, 2000, p. 76).

Dano ambiental

No que tange ao dano ambiental, cumpre ressaltar que a lei 6.938/81 (Lei da Política Nacional do Meio Ambiente), embora seja bastante conceitual, não trouxe em seu bojo uma definição legal. Diante de tal situação, utiliza-se o conceito de degradação ambiental, previsto no artigo 3º, inciso II, *in verbis*, considerada como “a alteração adversa das características do meio ambiente”.

Na ausência de uma definição legal de dano ambiental, a doutrina mostra-se farta, sendo possível colher inúmeros conceitos.

Para Leite e Ayala (2011, p. 94- 95) significa uma “alteração indesejável ao conjunto de elementos chamados meio ambiente”, engloba também os “efeitos que esta modificação gera na saúde das pessoas e em seus interesses”. Há um conceito ambivalente de dano ambiental, que pode ser entendido como um dano que recai sobre o patrimônio ambiental (coletividade) e, também, danos “legítimos de uma determinada pessoa” (individual), o que gera a legitimidade de o causador do dano reparar pelo prejuízo causado.

Dano ambiental coletivo pode ser entendido como “dano causado ao meio ambiente globalmente considerado, em sua concepção difusa, como patrimônio coletivo”. Já o dano ambiental individual é o que “atinge pessoas, individualmente consideradas, através de sua integridade moral e/ou de seu patrimônio material particular” (MILARÉ, 2007, p. 812)

O dano ambiental está ligado com os bens difusos, de uso comum, que diz respeito à qualidade de vida, tal lesão pode ser incerta, de difícil constatação, podendo ter efeitos transtemporais (efeito estufa, por

exemplo), cumulativos, sua característica é a gradatividade, pode decorrer de uma anormalidade, comprovação mais facilitada em juízo devido à complexidade (LEITE; AYALA, 2011, p. 99-100).

Diante disso, pode-se compreender a “ampla abrangência que o dano ambiental alcança hoje, não se restringindo somente aos componentes materiais, alcançando também os imateriais”, ou seja, tudo que dá suporte ao equilíbrio ecológico (BAHIA, 2012, p. 62).

Portanto, de nada serve toda uma construção teórica em torno do Estado de Direito Ambiental, “se não existirem mecanismos concretos de efetivação” (LEITE; BELCHIOR, 2012, p. 23). Pois, apesar de a própria carta constitucional e leis infra-legais permanecerem até certo ponto inalterados, engessados, cabe ao intérprete analisar a norma de acordo com as mudanças que vem ocorrendo, para somente então podermos buscar um meio ambiente saudável, livre ou parcialmente livre de danos.

Sociedade de risco

A origem do termo risco não é precisa. Giddens a classificou como advinda “provavelmente” de um termo árabe, mais tarde utilizado pelos espanhóis nas grandes navegações com o significado de “correr para o perigo ou ir contra uma rocha”, de forma adversa, outros estudiosos analisam o termo como algo relativo a “ousar”, ou seja, “atuar perante a possibilidade de perigo” (BOTTINI, 2010, p. 31).

A sociedade de risco, também conhecida como segunda modernidade adveio da transição da sociedade industrial, possui como “característica mais relevante a incerteza e imprevisibilidade dos riscos que são sistematicamente produzidos pelos processos decisórios em face da ineficácia das instituições para tratá-los” (BECK, 2010, p. 315).

Portanto, a Revolução Industrial do século XVIII foi o cerne do que hodiernamente conhecemos como sociedade de risco, considerando o fato de que sua potencialização ocorreu devido ao desenvolvimento tecnocientífico e pelas incertezas referentes às “atividades tecnológicas empregadas no processo econômico”. Todavia, diferentemente da sociedade industrial em que os riscos eram previstos e neutralizados, a sociedade pós-moderna não mais é suprida por estes mecanismos típicos (LEITE; BELCHIOR, 2012, p. 15).

De acordo com a visão de Giddens e Beck, as sociedades pré-industriais viam os perigos, independente de sua extensão como golpes do

destino. “Eles tinham origens nas vicissitudes do mundo físico como inconstâncias climáticas, inundações, tormentas, chuva excessiva, seca, etc.”, dessa forma, essas ameaças eram direcionadas a deuses, demônios ou a própria natureza (BAHIA, 2012, p. 56).

Enquanto que nas sociedades industriais, as ameaças passam a derivar mais do mundo que da natureza, originando-se dessa vez de tomadas de decisões e com isso a exigência de responsabilidades sociais. Diante dessas novas ameaças, a sociedade industrial se muniu de um sistema capaz de suprir as necessidades no que tange a riscos e inseguranças (BAHIA, 2012, p. 57).

Conforme ensina Leite e Belchior (2012, p. 49) não se pode simplesmente ler a Constituição Federal com o mesmo olhar lançado a época de sua promulgação e sim desengessar os entendimentos e passar a analisá-los sob o viés de uma crise ambiental e a sociedade de risco de forma “integrada, preventiva, precaucional e solidária”.

Bahia (2012, p. 55) leciona no sentido de que na “sociedade de risco, o estudo do dano no meio ambiente e do nexo de causalidade são de total importância” no que tange aos institutos criados com o intuito de proteção e gestão dos riscos e imputação da responsabilidade tendo em vista estes “falharem diante das novas qualidades de riscos e danos enfrentados pela sociedade atual”. Ocorre que ainda são empregadas estratégias e instrumentos antigos para lidar com realidades novas.

Os riscos industriais “são passíveis de uma avaliação segura quanto as suas causas e consequências e tem sua dimensão temporal e territorial bem delimitada” enquanto os novos riscos diante de suas indeterminações e dificuldades de análise e avaliação científica “são passíveis de uma avaliação probabilística e tem a potencialidade de atingir um número indeterminado de pessoas” (BAHIA, 2012, p. 59).

Dessa forma, na visão de Leite e Ayala (2004, p. 11) com as novas técnicas de produção, terceirização dos processos de gestão, apropriações de bens de produção caracterizando “um novo perfil do capitalismo e o desenvolvimento das sociedades industriais do século XX” provocaram profundas transformações não só no que diz respeito às organizações econômicas e sociais, mas na forma de legitimação do poder e sua forma de geri-lo.

Verifica-se que a “sociedade de risco oriunda da pós-modernidade, demanda transformações no Estado e no Direito de forma a minimizar os

impactos da crise ambiental e controlar as situações de risco”. A dicotomia Estado e Direito dentro de uma sociedade são imprescindíveis e por isso se complementam, tendo em vista que o Direito legitima o papel do Estado. Mas, de acordo com a situação atual da problemática ambiental “urge modificações teóricas e funcionais no âmbito do Direito e do Estado” (LEITE; BELCHIOR, 2012, p. 19).

Contudo, a questão ecológica é emergencial dentro da sociedade contemporânea, principalmente em análise aos novos riscos cada vez mais complexos gerados pelas novas tecnologias. A crise de Direito Ambiental, todavia, não ocorre de forma isolada, não transformando somente um indivíduo, mas toda a coletividade, e, por conseguinte, chama ao cenário atual “direitos que perpassam a esfera privada e se subordinam a interesses maioria em prol do bem-estar social, em virtude da titularidade ser indefinida ou indeterminável” (LEITE; BELCHIOR, 2012, p. 20).

Nanotecnologia

Os estudos pautados na nanotecnologia não iniciaram recentemente, pois há muito tempo vem se buscando entender seu real significado, considerando tratar-se de algo que não se pode enxergar de forma efetiva, pois a pretensão de se estudar o mundo em escalas pequenas advém de séculos atrás com a “teoria de que todos os elementos que se conhece seriam compostos de partículas indivisíveis e invisíveis a olho nu”, hoje classificados como “átomos de Mileto, do Século V, antes de Cristo” (GÓES; ENGELMANN, 2015, p. 119).

A nanotecnologia é o resultado da interação dos conhecimentos de física quântica, biologia molecular, eletrônica, química e engenharia de materiais, sendo a área do conhecimento que estuda os *princípios fundamentais de moléculas e estruturas, em que pelo menos uma delas esteja compreendida entre 1 a 100 nm*, tendo sua aplicação em dispositivos nanoescalares utilizáveis (SCHRAMM, 2016, p. 17).

As nanotecnologias “são a expressão da transformação e progresso tecnológico”, pois encantam a humanidade pelas “facilidades e potencialidades ofertadas”. E é nesse espaço que surge uma espécie de “revolução invisível”, ou seja, pode-se hoje visualizar espaços até então sabidos que existiam, mas não possíveis de serem alcançados (GÓES; ENGELMANN, 2015, p. 117).

Muito se fala em benefícios da nanotecnologia, e um deles consiste na manipulação nanométrica dos materiais que trás a possibilidade de alterar as propriedades físico-químicas de um determinado material sem sequer alterar sua composição. Materiais nanoestruturados, por terem sua disposição atômica precisamente determinada, possuem por sua vez, uma densidade maior que é muito útil em que pese à condutividade elétrica, capacidade de armazenamento de dados entre tantas outras possibilidades (SCHRAMM, 2016, p. 18).

Todavia, as novas tecnologias no que tange á nanotecnologia não produzem apenas efeitos positivos e benéficos ao homem bem como reflexos na economia global, mas causam efeitos negativos e nocivos em que pese à vida das pessoas seja de forma direta como indireta (GÓES; ENGELMANN, 2015, p. 117).

Nodari (2008, p. 286) demonstra que “(...) essas nanopartículas liberadas do meio ambiente, mesmo aquelas projetadas para retirar contaminantes, podem tornar-se um novo tipo de poluidor não-biodegradável e esta talvez seja uma das questões mais importantes do ponto de vista específico ambiental”. Tendo em vista que “não temos certeza ainda de que a eliminação das nanopartículas no meio ambiente será provavelmente impossível, pelo fato de não conseguirmos identificá-las ou rastreá-las”.

O que se percebe então, de um lado, o avanço tecnológico que a nanotecnologia pode proporcionar no ramo da ciência, de outro lado, a incerteza dos riscos que podem causar, dos danos que podem vir a ocorrer, visto que não há como “mapear” as nanopartículas ao ponto de saber o efeito que pode causar em contato com determinados organismos.

O Brasil, desde o ano de 2007 “investiu aproximadamente R\$38 milhões em mais de setenta e seis projetos divididos entre os Estados”, indicando uma tendência em “mercado de cosméticos, produtos da indústria química e petroquímica, plásticos, borrachas e ligas metálicas” (GÓES; ENGELMANN, 2015, p. 123).

Segundo estimativas do Conselho Nacional das Fundações Estaduais de Amparo à Pesquisa, o CONFAP, o campo da nanotecnologia possui previsão de movimentar no mundo até 2018, um montante de R\$ 4 trilhões. Dentro desse panorama, o Brasil espera ter 1% de todo esse mercado, o que geraria negócios ao redor de R\$ 40 bilhões, e com isso o país tem grandes chances de tornar-se um grande líder na área de nanotecnologia. Um dos

maiores centros nacionais no segmento encontra-se em Santa Catarina (CONFAP, 2015).

Contudo, conforme se extrai de Moreira (2006, p. 309), a regulamentação da nanotecnologia ainda não está estruturada para a entrada dessa nova tecnologia, pois é necessária uma percepção para além da patrimonialista. Verifica-se ainda, a extrema importância de tal situação, tendo em vista que certos elementos podem ter a menor importância em termos de sua regulamentação frente às demais áreas de interesse para o setor econômico, que passa a ter mais privilégios em relação aos demais setores.

Há no Brasil propostas de projetos de lei no Congresso Nacional e no Senado Federal, sendo que dois já foram arquivados – Projeto de Lei nº 5.076/2005 do Congresso Nacional, arquivado em 2008 e Projeto de Lei nº 131/2010 do Senado Federal, arquivado em 2013 – e outros dois que se encontram em trâmite, quais sejam o Projeto de Lei 5.133/2013 e o Projeto de Lei 6.741/2013.

O primeiro deles, PL nº 5.076/2005 visava à criação de uma Comissão Técnica Nacional de Nanosseguurança – CTNano, tendo sido arquivado por incompatibilidade e inadequação financeira e orçamentária. A fundamentação para a rejeição foi o entendimento de que o país não estava em uma situação concreta a fim de regulamentar por lei tal assunto, por não haver clareza na abrangência do objeto pelo qual se propunha efetivar.

Já o segundo, PL nº 131/2010 do Senado Federal, foi rejeitado pela comissão por entender desnecessária tal intervenção legal, tendo em vista que caberia a ANVISA sua regulamentação por meio de norma infralegal. O projeto visava alterar o texto do Decreto-Lei 986/1969, para determinar que toda e qualquer indicação escrita que tivesse os produtos contendo o uso de nanotecnologia, deveriam informar expressamente sobre tal.

Porém, rejeitou-se pela fundamentação de não haver base científica para que se exigisse essa informação considerando que poderia causar sentimento de dúvida e certa confusão quando chegasse efetivamente ao consumidor, acarretando então sérios prejuízos para os comerciantes. Diante disso entende-se o motivo de julgarem a ANVISA competente para regulamentar a matéria, e não o caso de regulamentação por lei ordinária.

O Projeto de lei 5.133/2013 que está em tramitação, objetiva obrigar a rotulagem de produtos da nanotecnologia e de produtos que fazem o uso da nanotecnologia.

Além do referido projeto, encontra-se em tramitação na Câmara dos Deputados o Projeto de lei 6.741/2013 que atualmente aguarda a criação de comissão temporária pela Mesa da Câmara. Seu teor abarca a pesquisa, a produção, o destino de rejeitos e o uso da nanotecnologia no país, contando com requerimento de apensamento ao Projeto de lei 5.133/2013, que aguarda apreciação pelo Plenário.

Diante disso verifica-se que não há uma regulamentação específica para a nanotecnologia, há no momento somente estes dois Projetos de Lei que estão em andamento sem previsão de votação sequer de efetiva regulamentação.

Nanotecnologia x princípio da precaução x STJ

Com o objetivo de analisar como tem sido aplicado o princípio da precaução, como razão de decidir em casos envolvendo nanotecnologia, procedeu-se uma pesquisa de jurisprudência na base de dados do Superior Tribunal de Justiça – STJ, utilizando os termos “nanotecnologia”.

Contudo, não foi obtida nenhuma resposta para os parâmetros utilizados. A inexistência de dados deve-se, possivelmente, ao desconhecimento da nanotecnologia e dos seus possíveis efeitos negativos, tanto ao meio ambiente como a saúde humana, bem como da falta de regulamentação, até o momento, para tal atividade no Brasil.

Diante de tal situação, passa-se a análise de como o STJ tem interpretado o princípio da precaução, quando o utiliza como razão ou uma das razões de decidir. Para tanto, utilizando-se da base de dados do Tribunal da Cidadania, fez-se um recorte temporal que compreende o período de setembro de 2004 a maio de 2016, com os termos “princípio e precaução” como parâmetro de pesquisa, tendo em vista o referido tribunal apenas utiliza-se desse princípio como razão de decidir dentro desses parâmetros temporais.

Na aplicação prática do princípio da precaução, pode-se verificar que já tem sido bastante mencionado em termos jurisprudenciais, nesse sentido analisar-se-á alguns julgados com o objetivo de identificar como e quando este é utilizado.

O primeiro caso analisado é o Recurso Especial nº 1237893/SP. Trata-se de uma Ação Civil Pública movida contra a Fazenda do Estado de São Paulo com o intuito de promover a desocupação total de área urbana invadida, com a remoção de pessoas e coisas, bem como a indenização pelos danos ambientais não passíveis de recuperação, além de fiscalização para evitar a reocupação do local.

Compulsando o caso verifica-se que em se tratando de ação ambiental, impõe-se a inversão do ônus da prova, cabendo ao próprio Estado, “responder pelo potencial perigo que causa ao meio ambiente, em respeito ao princípio da precaução”, pois, no “Direito Ambiental brasileiro, a inversão do ônus da prova é de ordem substantiva e ope legis, direta ou indireta em que esta última se manifesta, p. ex., na derivação inevitável do princípio da precaução”. De toda feita utiliza-se a “técnica que sujeita aquele que supostamente gerou o dano ambiental a comprovar que não o causou ou que a substância lançada ao meio ambiente não lhe é potencialmente lesiva”.

Portanto, no julgamento deste, a Relatora Ministra Eliana Calmon, decidiu que diante de divergências técnicas no caso concreto, há a aplicação do princípio da cautela, e dessa forma manter a preservação do “provável bem ambiental, à luz dos princípios da prevenção e da precaução, a fim de evitar eventuais intervenções e danos irreversíveis”.

O segundo caso é o Recurso Especial nº 1.437.979 – CE (2014/0039781-0). Trata-se de Ação Civil Pública proposta pelo Ministério Público Federal contra Companhia Hidroelétrica do São Francisco – CHESF, com o objetivo de condenar a ré a não construir a Linha de Transmissão de 230Kv correspondente ao trecho Fortaleza/Pici, que perpassa bairros habitacionais, salvo se respeitada a distância mínima supracitada entre as linhas elétricas e as residências.

Conforme relatório no Ministro Herman Benjamin, o pleito do MPF se baseia em estudos não conclusivos sobre os efeitos nocivos dos campos eletromagnéticos na saúde da população e no meio ambiente da região por onde deverão passar as linhas de transmissão de energia elétrica da CHESF, sendo então necessária a realização de perícia especializada para elucidar a controvérsia técnica acerca dos malefícios gerados pela linha de transmissão de energia elétrica.

Contudo, embora não haja certezas no que tange aos malefícios arguidos deve-se prezar pela prevalência do princípio da precaução no Direito quando houver o mínimo de dúvida sobre o potencial ofensivo de

uma determinada ação sobre o meio ambiente, agindo no sentido de tomar uma decisão conservadora, evitando-se assim, a concretização de um dano irreversível.

Portanto, o voto do relator norteou-se baseado na aplicação do princípio da precaução sustentada pelos possíveis danos ao meio ambiente e à saúde dos habitantes da região que poderão ser causados pela construção da linha de transmissão de energia elétrica, pois, se “tais danos de fato vierem a ocorrer, são de cunho irreversível. Por todas essas razões, norteado pelo princípio da precaução, entendo pela necessidade de realização de perícia técnica a respeito dos campos eletromagnéticos”. Tendo em vista os danos provenientes dos campos eletromagnéticos na saúde da população poder vir a ocasionar doenças como leucemia, câncer no cérebro e alterações no potencial genético conforme estudos acostados pelo MPF.

O terceiro caso diz respeito ao Recurso Especial nº 1.285.463 – SP (2011/0190433-2). Trata-se de uma Ação Civil Pública intentada em face da Fazenda do Estado de São Paulo, da Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental – CETESB, bem como da Associação dos Plantadores de Cana da região de Jaú.

Conforme voto apresentado pelo relator Ministro Humberto Martins consta dos autos que o Ministério Público do Estado de São Paulo ajuizou ação civil pública com o objetivo de impedir a queima da palha da cana de açúcar na região do Município de Jaú, tendo em vista que tal prática acarretaria intensos danos ao meio ambiente. Observa que o Tribunal de origem faz considerações de ordem fática, no sentido de que a queima da palha da cana de açúcar é quase que um mal necessário, pois o álcool combustível trouxe mais benefício ao meio ambiente que o combustível fóssil, bem como, resolve questão econômico social.

O cerne da questão não é o benefício produzido ao meio ambiente pelo combustível verde. Isto está fora de dúvidas. Também não se discute nos autos qual a política energética que deve ser adotada pelo país, principalmente no Estado de São Paulo. O que deve ser analisado é se o método da queima da palha da cana de açúcar, inserido no processo de produção, deve ser vedado, por causar danos ambientais.

No que tange ao princípio da precaução, o ilustre Ministro menciona que a ausência de certezas científicas não pode ser argumento utilizado para postergar a adoção de medidas eficazes para a proteção ambiental. Na dúvida, prevalece a defesa do meio ambiente.

Conclusão

O Estudo sobre a eficácia e ineficácia do princípio da precaução frente ao uso das nanotecnologias permite entender qual a importância de atentarmos as novas tecnologias e qual a necessidade de efetivação dos instrumentos protetivos em que pese ao equilíbrio ambiental e social.

O princípio da precaução por sua vez estabelece quais as medidas de antecipação devem ser tomadas nos casos em que existem riscos potenciais de danos graves e irreversíveis, mesmo que não haja comprovação científica sobre eles. Todavia, ele não impede os avanços tecnológicos, pois sua finalidade é a exigência de cautela nesses novos procedimentos tendo em vista haver evidências científicas que demonstram certa probabilidade de danos.

Ocorre que com a efetivação do princípio da precaução, assegura-se a preservação do meio ambiente saudável para as futuras gerações e o desenvolvimento sustentável.

Mesmo havendo uma preocupação constante, a legislação com o tempo torna-se engessada, disso advém a necessidade de o intérprete analisar as normas sob um viés a concretizar o Estado de Direito Ambiental, pois nota-se que nem bem ambiental é juridicamente conceituado, embora seja visível sua constante transformação.

Todavia, há de se mencionar que os tempos mudam e os riscos aumentam, pois vivemos em uma sociedade oriunda da pós-modernidade, fruto da revolução industrial. O legado deixado trata-se de tentativas de minimizar impactos ambientais e controlar as dimensões de risco, embora eles tenham aumentado consideravelmente, tornando-se imprevisíveis, abstratos, devido às incertezas científicas advindas das novas formas de tecnologias.

As nanotecnologias são a mais pura expressão de avanço e progresso tecnológico, tendo em vista suas facilidades e potencialidades. Mas de encontro a isso, também é possível verificar grandes possibilidades de riscos de danos à fauna, à flora e aos seres humanos, não só dessa geração, mas deixado como legado para as próximas.

O que se percebe então, de um lado, o avanço tecnológico que a nanotecnologia pode proporcionar no ramo da ciência, de outro lado, a incerteza dos riscos que podem causar, dos danos que podem vir a ocorrer, visto que não há como mapear as nanopartículas a certo ponto de saber o

efeito que pode causar em contato com determinados organismos, podendo vir a trazer resultados desastrosos e irreparáveis.

Ao pesquisar o princípio da precaução aplicado a nanotecnologia nas bases do STJ, nenhum resultado foi obtido. Tal fato se deve, especialmente, ao desconhecimento dos riscos da nanotecnologia.

A partir de então, a pesquisa voltou-se para analisar se o princípio da precaução tem sido eficaz na proteção ambiental e na saúde dos seres humanos, quando utilizado como razão de decidir em casos de temáticas diversas.

Por fim, concluiu-se que o princípio da precaução tem se mostrado eficaz na proteção desse bem inestimável que é o meio ambiente.

Referências

ARAGÃO, Alexandra. *Direito comunitário do ambiente*. Coimbra: Almedina, 2002.

BARTH, Wilmar Luiz. *Nanotecnologia: “Há muito espaço lá embaixo!”*. In: Rev. Trim. Porto Alegre v. 36 n. 153, 2006.

BECK, U. *Sociedade de risco: rumo a uma outra modernidade*. Tradução de Sebastião Nascimento. São Paulo: Ed. 34, 2010.

CONFAP, Conselho Nacional das Fundações Estaduais de Amparo à Pesquisa. *Brasil pode tornar-se líder de mercado em nanotecnologia*. Disponível em: <<http://confap.org.br>>. Acesso em: 11out 2016.

ENGELMANN, Wilson. Os Direitos Humanos e as nanotecnologias: em busca de marcos regulatórios. *Cadernos IHU idéias*, São Leopoldo, ano 7, n. 123. 2009. Disponível em: <<http://www.ihu.unisinos.br>>. Acesso em: 09 out 2016.

FIORILLO, Celso Antônio Pacheco. *Curso de Direito Ambiental Brasileiro*. 6. ed. Ampl. São Paulo: Saraiva, 2005.

FIORILLO, Celso Antônio Pacheco. *Curso de Direito Ambiental Brasileiro*. 7 ed. atual. e ampl. São Paulo: Saraiva, 2006.

FREESTONE, D. e HEY, E. “Origins and Development of Precautionary Principle”. In: FREESTONE, D.; HEY, E. (eds.). *The Precautionary Principle and International Law, The Challenge of Implementation*, 1996.

KOURILSKY, Philippe; VINEY, Geneviève. *Le Principe de Précaution*. Paris: Odile Jacob, 2000.

LEITE, José Rubens Morato (Org.). *Inovações em Direito Ambiental*. Florianópolis: Fundação Boiteux, 2000.

LEITE, José Rubens Morato; AYALA, Patryck de Araújo. *Dano Ambiental: do indivíduo ao coletivo extrapatrimonial: teoria e prática*. 4. ed. rev. atual. e ampl. São Paulo: Revista do Tribunais, 2011.

LEITE, José Rubens Morato; AYALA, Patryck de Araújo. *Direito Ambiental na Sociedade de Risco*. 2. Ed. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2004.

MILARÉ, Édís. *Direito do Ambiente*. 10. Ed. ver., atual. e ampl. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2015.

MILARÉ, Édís. *Direito do Ambiente: a gestão ambiental em foco – doutrina, jurisprudência, glossário*. 6. Ed. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2009.

MILARÉ, Édís. *Direito do Ambiente: doutrina – jurisprudência – glossário*. 4. ed. rev., ampl. e at. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2005.

MILARÉ, Édís. *Direito do Ambiente: doutrina, jurisprudência, glossário*. 3. ed. rev., atual e ampl. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2004.

MOREIRA, Eliane Cristina P. Nanotecnologia e Regulação: as inter-relações entre direito e as ciências. In: MARTINS, Paulo Roberto (Org.). *Nanotecnologia, sociedade e meio ambiente*. São Paulo: Xamã, 2006. p. 309.

NODARI, Rubens. *Nanotecnologia, Sociedade e Meio Ambiente*. In: MARTINS, Paulo Roberto. DULLEY, Richard (orgs.). São Paulo: Xamã, 2008.

SCHARAMM, Monique Pyrrho Fermin Roland. *Nanotecnociência e Humanidade*. Imprensa da Universidade de Coimbra. Coimbra: Annablume, 2016.

