

**IV CONGRESSO INTERNACIONAL DE  
DIREITO AMBIENTAL**

**CONSTITUCIONALISMO, ECONOMIA E  
DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL**

**SÉBASTIEN KIWONGHI BIZAWU**

**MÁRCIO LUÍS DE OLIVEIRA**

---

C758

Constitucionalismo, economia e desenvolvimento sustentável [Recurso eletrônico on-line]  
organização Escola Superior Dom Helder;

Coordenadores: Sébastien Kiwonghi Bizawu, Márcio Luís de Oliveira – Belo Horizonte:  
ESDH, 2017.

Inclui bibliografia

ISBN: 978-85-5505-277-4

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

Tema: Sustentabilidade, Ambientalismo de Mercado e Geopolítica.

1. Direito – Estudo e ensino (Graduação e Pós-graduação) – Brasil – Congressos internacionais. 2. Constitucionalismo. 3. Economia. 4. Desenvolvimento sustentável. I. Congresso Internacional de Direito Ambiental (4:2016 : Belo Horizonte, MG).

CDU: 34

---



Dom Helder

ESCOLA DE DIREITO

# IV CONGRESSO INTERNACIONAL DE DIREITO AMBIENTAL

## CONSTITUCIONALISMO, ECONOMIA E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

---

### **Apresentação**

É indubitável que estamos em um mundo em transformação com os avanços tecnológicos cada vez mais desafiadores, acarretando benefícios no processo de desenvolvimento sustentável e do aprimoramento da qualidade de vida.

Não obstante, o inegável progresso da ciência, e da tecnologia, nota-se, contudo, que a capacidade do ser humano de transformar o mundo em paraíso, pode causar danos incalculáveis e irreversíveis ao meio ambiente e seus ecossistemas, “prejudiciais à saúde física, mental e social do homem, no meio ambiente criado pelo homem, especialmente no seu ambiente de vida e de trabalho”, como estipula o Preâmbulo da Declaração de Estocolmo sobre o Meio ambiente Humano (1972).

A presente obra intitulada “Constitucionalismo, Economia e desenvolvimento Sustentável” aborda as questões pertinentes na Era dos direitos e das incertezas, considerando os grandes desafios relativos ao desenvolvimento e progresso social dos povos sob a ótica de boa governança.

Benjamin Constant, grande e feroz crítico de dois grandes pensadores franceses Montesquieu e Rousseau, constrói a ideia do constitucionalismo não apenas sobre a “separação dos poderes” ou sobre o poder no Estado, mas, sobretudo, sobre “o poder do Estado”, pois sua substância enseja a partilha ou a divisão. Trata-se de uma concepção liberal de constitucionalismo que não fica adstrito à liberdade individual, mas, pelo contrário, um constitucionalismo que contempla a liberdade política, ou seja, capaz de limitar e conter o Poder para não mergulhar na arbitrariedade e no despotismo.

Tratar-se-á, nesta obra, no primeiro capítulo “A TEORIA SCHUMPETERIANA E NEO-SCHUMPETERIANA COMO INSTRUMENTO PARA O ALCANCE DO OBJETIVO 9 DA AGENDA 2030 DA ONU: UMA ANÁLISE TEÓRICA” que analisa a inovação e a sustentabilidade apresentando a sustentabilidade e seus pilares e a inovação com base na teoria Schumpeter e dos neo-schumpeterianos assentada na “, sobre transformações tecnológicas e desenvolvimento econômico”.

No segundo capítulo, ressalta-se a necessidade da “NANOTECNOLOGIAS E MEIO AMBIENTE: O MOVIMENTO INICIAL DE MARCOS REGULATÓRIOS NACIONAIS EM FACE DO CONTEXTO DE (POSSIBILIDADE) RISCOS”. Em face das incertezas, torna-se imperiosa “a utilização de autorregulações, conforme sustenta Teubner, buscando evitar possíveis danos ambientais futuros ao ecossistema”.

Aborda-se, ainda, no terceiro capítulo, “O PARADIGMA DO DESENVOLVIMENTO E DO MEIO AMBIENTE AO PROGRESSO EMPRESARIAL”, considerando a “compatibilidade da proteção do meio ambiente e da atividade econômica, tendo em vista a crescente crise ambiental e o descaso por mecanismos de reversão. Estuda-se o conflito jurídico entre os setores, objetivando”.

O quarto capítulo relativo ao “COMÉRCIO INTERNACIONAL DE HIDROCARBONETOS NÃO CONVENCIONAIS”, analisa em uma visão geopolítica a exploração do xisto, suscetível de acarretar várias externalidades negativas, ou seja, danos ambientais.

No tocante ao quinto capítulo sobre “A VIABILIDADE ECONÔMICA DA SUSTENTABILIDADE”, discute-se questão da sustentabilidade e do crescimento econômico quanto ao lucro gerado pelas grandes empresas, a médio e longo prazo. “O principal questionamento é se ser sustentável é mais viável do ponto de vista econômico, ou se é melhor absorver os riscos de um empreendimento que não respeita verdadeiramente os preceitos da sustentabilidade”, indaga-se.

“O NEOCONSTITUCIONALISMO SOCIOAMBIENTAL”, fazendo parte do sexto capítulo, partindo da “onda verde”, percorre a evolução da legislação ambiental brasileira do século XX até a sua emersão à norma Fundamental na Constituição Federal de 1988”.

No oitavo capítulo “UNIDADES DE CONSERVAÇÃO E O DIREITO CONSTITUCIONAL DE PROPRIEDADE: UM BREVE ESTUDO DE CASOS SOBRE A DESAPROPRIAÇÃO PARA ESPAÇOS ESPECIALMENTE PROTEGIDOS E O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL”, procura-se “contrapor o procedimento expropriatório de criação de espaços protegidos e o direito fundamental à propriedade”, indagando e debatendo sua coexistência benéfica ou total incompatibilidade nos meandros de sua função sócio-ambiental.

Finaliza-se a obra com o décimo capítulo relativo à “A EXTRAFISCALIDADE COMO INSTRUMENTO DE EFETIVAÇÃO DA POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS

SÓLIDOS”, apontando-se a “necessidade de utilização instrumentos tributários para estimular atividades econômicas que estejam relacionadas à gestão e ao gerenciamento dos resíduos sólidos”.

É importante salientar a necessidade de conciliar a economia na sua abrangência de produção e gerenciamento do lucro e desenvolvimento sustentável na ótica de proteger, preservar e conservar os recursos naturais para as gerações vindouras sem dicotomia, pois, o saber cuidar do meio ambiente é um dever de todos.

Sébastien Kiwonghi Bizawu

Mestre e Doutor em Direito Internacional pela Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC Minas).

Professor de Direito Internacional Público e Privado. Pró-Reitor do Programa de Pós-Graduação em Direito.

Márcio Luis de Oliveira

Mestre e Doutor. Professor do Programa de Pós-Graduação em Direito na Escola Superior Dom Helder Câmara.

**NANOTECNOLOGIAS E MEIO AMBIENTE: O MOVIMENTO INICIAL DE  
MARCOS REGULATÓRIOS NACIONAIS EM FACE DO CONTEXTO DE  
(POSSIBILIDADE) RISCOS.**

**NANOTECHNOLOGIES AND ENVIRONMENT: THE INITIAL MOVEMENT FOR  
NATIONAL REGULATION MARKS DUE THE (POSSIBILITY) RISKS CONTEXT.**

**Daniele Weber da Silva <sup>1</sup>  
Wilson Engelmann <sup>2</sup>**

**Resumo**

Atualmente presencia-se o avanço das nanotecnologias, o qual vem desacompanhado de comprovações científicas. Nanotecnologias surgem propiciando benefícios, entretanto, com consequências desconhecidas no ecossistema. Vislumbra-se a Sociedade de Risco (expressão de Beck), enfrentando riscos ambientais. Necessário verificar enfrentamento acerca dos marcos regulatórios, em “escala” mundial e em âmbito nacional, atendendo ao Princípio da Precaução. A questão seria quais avanços regulatórios existem no Brasil. Qual a condição enfrentada em nível nacional, face a necessidade de regulação? Baseado na cautela frente à incerteza, resposta adequada seria a utilização de autorregulações, conforme sustenta Teubner, buscando evitar possíveis danos ambientais futuros ao ecossistema.

**Palavras-chave:** Nanotecnologias, Direito ambiental, Risco, Regulação, Marcos regulatórios, Princípio da precaução

**Abstract/Resumen/Résumé**

Currently there's the advance of nanotechnology, which is unaccompanied by scientific evidence. Nanotechnologies provides benefits, however, with unknown consequences on the ecosystem. Risk Society (Beck expression) is faced by the environmental risks. Necessarily check confrontation about the regulatory frameworks in global "scale" and national level, taking into account the precautionary principle. The question would be which regulatory advances exist in Brazil. What's the condition faced at the national level, given the regulation need? Based on caution ahead of uncertainty, appropriate response would be to use self regulatory as supports Teubner, trying to avoid possible future environmental damage to the ecosystem.

**Keywords/Palabras-claves/Mots-clés:** Nanotechnologies, Environmental law, Risk, Regulation, Regulation's marks, Precautionary principle

---

<sup>1</sup> Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Direito – Mestrado e Doutorado – da UNISINOS; Integrante do Grupo Pesquisa JusNano; Pós-graduada em Direito Público pelo Instituto de Educação RS (LFG).

<sup>2</sup> Doutor e Mestre em Direito pela UNISINOS e professor; Coordenador Executivo do Mestrado Profissional em Direito da Unisinos; Líder do Grupo JUSNANO (CNPq); Bolsista de Produtividade em Pesquisa - CNPq.

## 1 INTRODUÇÃO

No início deste século XXI presencia-se a utilização cada vez maior das nanotecnologias, as quais se inserem no contexto de inovações, o que por consequência gera uma série de novas demandas da sociedade. Tal escala de tecnologia equivale à bilionésima parte de um metro, aproximadamente dez vezes o tamanho de um átomo individual. A sua conceituação dispõe de uma terminologia imprecisa, inexistindo definições padronizadas internacionalmente (BORJES et al, 2014, p. 6). Esta complexidade que se inicia na conceituação se prorroga pelas demais áreas das “nanos”, como sobre seus efeitos no meio ambiente, (possíveis) interferências na saúde humana, dentre outras. Toda esta incerteza insere as nanotecnologias no contexto de Risco, afirmado na obra de Ulrich Beck.

Uma vez que existe a presença de riscos irreversíveis ao meio ambiente, necessária adoção de cautela em sua utilização e manipulação, respeitando o Princípio da precaução. Pelo olhar da precaução é preciso agir antes (pretendendo evitar a lesão). É neste contexto de incremento tecnológico que o Princípio da Precaução se dimensiona como Direito Fundamental, construído sobre o respeito aos limites e contornos ambientais, além do respeito à fragilidade da vida humana, da atual e das futuras gerações, bem como mecanismo de tutela dos riscos da complexa Sociedade Pós-Industrial. (ENGELMANN et al, 2010, p. 121). A preocupação com os efeitos da nanoescala alertam pesquisadores, tanto que são utilizadas recomendações com o fito de minimizar o risco de sua utilização. Em “escala” global a discussão sobre marcos regulatórios desta nova tecnologia é forte, e por consequência acaba trazendo tal tendência ao âmbito nacional.

Este artigo busca atingir os seguintes objetivos: em que medida se verifica o desenvolvimento de regulação em “escala” global e de que maneira esta vem sendo apresentada; por conseguinte, analisar-se-á de que forma a regulação em nível nacional vem acontecendo, bem como quais movimentos iniciais de regulação existem na esfera legislativa e fora dela; e finalmente, de que maneira poderia ocorrer a utilização de normativas já existentes, como forma de conter a potencialidade de risco das nanotecnologias.

Utilizar-se-á a pesquisa bibliográfica, buscando realizar a revisão das publicações em livros, artigos científicos e sítios oficiais da internet. Este recurso metodológico será alinhado à *análise de conteúdo*, nos moldes apresentados pelo livro de igual nome, de autoria de Laurence Bardin. Para tanto, necessário que se parta de um prévio conhecimento acerca do enfrentamento das regulações tanto internacionalmente quanto no Brasil, e ainda sobre a inserção no contexto de risco ambiental. Portanto, o problema que se pretende enfrentar neste

artigo, poderá ser assim circunscrito: de que maneira a regulação vem sendo desenvolvida nacionalmente, e qual forma viável de proporcionar uma regulação, ainda que temporária, face os riscos gerados pela nano escala? A hipótese provisória que se estruturou a partir da revisão da bibliografia é a seguinte: baseado na premissa da cautela frente à incerteza, uma vez que ausente qualquer marco regulatório nacional suficiente (muito embora ocorra o movimento inicial legislativo e em outras agências), poderia se utilizar de outros marcos regulatórios internacionais, ou nacionais, adotando-se o sistema do Pluralismo Jurídico de Gunter Teubner.

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.

## **2 NANOTECNOLOGIAS: UMA PREOCUPAÇÃO EM “ESCALA” MUNDIAL DIANTE DOS POSSÍVEIS RISCOS AO MEIO AMBIENTE. PREVALÊNCIA DO PRINCÍPIO DA PRECAUÇÃO NA SOCIEDADE DE RISCO.**

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 não houve repercussão 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.

Exatamente por esta situação, em que pese os possíveis benefícios trazidos por esta nova escala de produção, incorremos em sérios riscos sobre seus efeitos no meio ambiente, inserindo-se assim no conceito da Sociedade de Risco, de Ulrich Beck. Em virtude de tal preocupação, é que a disseminação do debate sobre as “nanos” vem desenvolvendo-se cada vez mais em nível global. Em relação à análise do risco, traz-se a relevante teoria desenvolvida pelo ilustre alemão acima citado, da Sociedade de Risco, o qual já no início de sua obra “*Un mondo a rischio*”, questiona o que existiria em comum nos eventos tão diversos como o desastre de Chernobyl, as perturbações climáticas, o debate sobre a manipulação genética, a crise financeira



de países asiáticos e ameaça atual de ataques terroristas. De pronto, revela que qualquer discrepância entre linguagem e realidade é o que ele chama de “*sociedade mundial de risco*”(BECK, 2003, p. 07).

Ele explica que o mundo de incerteza não quantificáveis, criados por nós mesmos, pode-se expandir muito, seguindo o ritmo do desenvolvimento tecnológico. Portanto, as decisões tomadas no passado no que diz respeito à energia nuclear e as atuais, como sobre a engenharia e exploração de engenharia genética, nanotecnologia, tecnologia da informação e assim por diante, é um gatilho de consequências imprevisíveis, incontrolláveis e mesmo incomunicável, que ameaçam a vida em nosso planeta. Segundo Beck:

Nel mondo moderno, il divario tra lingua dei rischi quantificabili, in base ai quali pensiamo e operiamo, e il mondo dell'incertezza non quantificabile, che abbiamo creato noi stessi, si amplia sempre piú, seguendo il ritmo dello sviluppo tecnologico. Le decisioni che abbiamo preso in passato in materia di energia nucleare e quelle attuali in merito allo sfruttamento dell'ingegneria e della manipolazione genetica, della nanotecnologia, dell'informatica e così via scatenano conseguenze imprevedibili, incontrollabili e addirittura incommunicabili, che minacciano la vita sul nostro pianeta” (BECK, 2003, p. 09-10).

Desta maneira, as nanotecnologias estão inseridas nesta Sociedade de Risco, de possíveis danos futuros ao meio ambiente. É assim que a interferência da tecnologia, através do homem, é o maior risco ao meio ambiente, de acordo com Weyermüller:

A vulnerabilidade do meio ambiente frente à intervenção da espécie humana é cada vez mais uma fonte de riscos e perigos para o próprio homem que a produz e reproduz de longa data, acentuando-se o alcance e a diversidade dos riscos na mesma velocidade com que evolui o desenvolvimento e a exploração do meio ambiente sob a justificativa de bem-estar e do conforto, enfim, do desenvolvimento (WEYERMÜLLER, 2010, p. 44)

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. Portanto, a discussão atual versa sobre a regulação, de que maneira poderia se utilizar como forma de algum controle sobre tal tecnologia, evitando maiores danos no futuro. Uma vez que não existe resposta neste momento, é trazido o Princípio da Precaução à cena, importantíssimo para o deslinde de problemas ambientais desta complexidade. Conforme leciona Édis Milaré, a fim de dar suporte à gestão dos riscos enfrentados na sociedade pós-moderna, urge que se conheça e se aplique os elementos estruturantes do Princípio da Precaução. Em sua doutrina ele expõe que tal princípio enfrenta a incerteza dos saberes científicos em si mesmos. Afirma igualmente que esta aplicação observa argumentos de ordem hipotética, situados no campo das possibilidades, e não necessariamente de posicionamentos

científicos claros e conclusivos. Ainda, busca instituir procedimentos capazes de embasar uma decisão racional na fase de incertezas e controvérsias, de forma a diminuir os custos da experimentação (MILARÉ, 2013, p.264).

Délton Winter de Carvalho reforça as novas feições e maior relevância do Princípio da Precaução nestes novos contextos:

Um sistema de gerenciamento de riscos que ignora a incerteza e a expectativa de danos não quantificáveis consiste em verdadeira receita para os desastres. Por razões evidentes, o Direito e os Tribunais detêm uma predileção por avaliações de risco quantificáveis, demonstrados concretamente. Contudo, nos casos dos desastres nem sempre são possíveis tais quantificações. Qualquer política que ignore danos e riscos não quantificáveis servirá de estímulo a ocorrência de desastres. Por tal razão, mesmo sendo um dos mais contundentes críticos ao Princípio da Precaução, Cass Sustein reconhece ser diferente em casos de riscos catastróficos, admitindo que, quando efeitos catastróficos são possíveis, faz sentido adotar precauções contra os piores cenários. Portanto, o Princípio da Precaução adquire novas feições e ainda maior importância quando inserido em contextos de risco catastróficos. A relação e pertinência da precaução para governança dos desastres é reforçada pelos elementos nucleares do princípio, a existência de incerteza e a possibilidade de danos graves ou irreversíveis (CARVALHO, 2015, p. 102-103)

A maior preocupação propagada mundialmente versa sobre a nanopoluição, face a presença do potencial risco. Guillermo Foladori e Noela Invernizzi afirmam que a regulação das nanotecnologias está neste patamar global, girando sua discussão em torno de duas questões principais: os potenciais riscos para a saúde e o meio ambiente, e a normalização e homogeneização de critérios para a comercialização (FOLADORI; INVERNIZZI, 2016, p. 08). Os Estados Unidos e a União Europeia são as potências que comandam o debate sobre regulação em nível internacional, e a partir da qual muitos outros países tomarão posição.

Portanto, é clara a importância das nanotecnologias em países desenvolvidos, como EUA e países da União Europeia, tanto que são adotadas regulações em agências específicas em cada bloco, mesmo que insuficientes em matéria de nano, pois utilizam os marcos legais aplicáveis aos químicos. Por outro lado, se apresenta o questionamento de por qual razão a discussão sobre a regulação das nanotecnologias vem acelerando, como discorre Foladori e Invernizzi, incluindo-se nas respostas os potenciais riscos à saúde e ao meio ambiente:

Los países han venido utilizando marcos legales aplicables a los químicos para tratar los nanomateriales. Ambos bloques, Estados Unidos y la Unión Europea, consideran que tales cuerpos legales son apropiados para tratar los nanomateriales. En los Estados Unidos el cuerpo reglamentario es la TSCA de la agencia EPA, y en la Unión Europea, el REACH. En algunos casos, se hacen ajustes específicos para los nanomateriales, pero no hay una normativa explícitamente diferente porque se considera que la general, aplicada a los químicos, es suficiente. Siendo así, por qué se ha acelerado en los últimos años la discusión sobre regulación de las nanotecnologías? Hay, básicamente, dos razones. Una es la creciente información científica sobre potenciales riesgos a la salud y al medio ambiente de las nanopartículas manufacturadas; otra, es

el incremento en la producción y comercio de productos que contienen nanopartículas ( FOLADORI; INVERNIZZI, 2016, p. 10)

Destaca-se a influência mundial nos países menos desenvolvidos, favorecendo a regulação:

Los países desarrollados han comenzado el proceso de regulación de las nanotecnologías. Muchos otros países están a la espera de que los grandes bloques comerciales como la Comunidad Europea y los Estados Unidos definan posiciones al respecto, y están atentos a los avances en las negociaciones. En este artículo presentamos el contexto histórico en que esta discusión se da. Resaltamos que los productos químicos ya han constituido una pandemia mundial, debido a la gran cantidad de productos tóxicos que ingresaron al mercado sin ningún tipo de control. Mostramos, además, que existe una fuerte presión comercial por establecer reglamentaciones homogéneas que no perjudiquen el comercio internacional. (FOLADORI; INVERNIZZI, 2016, p. 16)

A UNESCO, em um de seus relatórios, faz ressalva sobre a presença do risco e possíveis impactos ambientais e ecológicos pelos efeitos da nanotecnologia, eis que podem ser extremamente difíceis de avaliar, tudo isto devido à complexidade natural dos ciclos ecológicos e a incapacidade de seguir diretamente para experiências no ambiente natural, os perigos de contaminação de um ecossistema pelas nanopartículas. Em grande parte, tudo isto é desconhecido. Em muitos outros casos, no entanto, o problema mais urgente é não poder determinar a toxicidade nanopartículas de forma exata, bem como para se criar um novo regulamento para processar estes novos materiais (UNESCO, 2007, p. 20). 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 deliver two-in-one punch for cancer therapy resistance*”, foi encontrado um novo método de encolhimento de tumores, o qual ainda impede a resistência em cânceros agressivos, ativando duas drogas dentro da mesma célula ao mesmo tempo (LQES NEWS, 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 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 realizados 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 os alertas de impactos no meio ambiente e na vida humana, o que causa preocupação. Ainda na Europa, a Agência europeia para a segurança e saúde no trabalho – *European Agency for Safety and Health at Work* – igualmente expõe sua preocupação com os riscos perante as nanotecnologias, apresentando novos riscos emergentes para segurança e saúde no trabalho, uma vez que os trabalhadores estão expostos a estas nanopropriedades (EASHW, 2009, p. 15-16).

Em outro sentido, precisa-se constatar também que as nanotecnologias têm se envolvido em “escala” mundial, mais precisamente nos países desenvolvidos, pois são eles que possuem maior verba de investimento, já que a nanotecnologia também apresenta um viés econômico muito forte. Nesta senda, necessária uma reflexão crítica, pois até que ponto estes países atentarão para o devido cuidado e adotarão certo grau de precaução, em detrimento da possível perda de investimento? Na última década, foram investidos US\$ 40 bilhões em nanotecnologia, e, ainda em 2009, estimou-se outros US\$ 10 bilhões. Atualmente, a Rússia é o país que mais gasta com pesquisas em nanotecnologias. A União Europeia e a China são também grandes investidores, deixando para trás os Estados Unidos e o Japão, os grandes investidores de alguns anos atrás. A estimativa global de comercialização de produtos que incorporam nanotecnologia em 2007 foi de US\$ 88 bilhões. Antes da crise financeira, a projeção para 2010 era de 500 bilhões de dólares, que deveria alcançar cerca de 2,6 trilhões de dólares já em 2014, tanto quanto a atual soma das indústrias de informática e de telecomunicações (CENTRO ECOLÓGICO, 2009, p. 6-7).

Recente estudo realizado no Brasil, em 2015, através do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) - onde debateram as Megatendências mundiais 2030, com os atuais questionamentos sobre o que as entidades e personalidades mundiais pensam sobre o mundo – 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 (Rockefeller Foundation e GBN, 2010). 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 (European Commission, 2011). 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).

Latente o interesse das maiores potências mundiais, o que em outro sentido, poderia prejudicar o desenvolvimento de regulação específica, eis que esta poderia ser um entrave econômico para tais nações. Portanto, todo o debate obtido em torno das nanotecnologias advém da possibilidade de danos futuros ao meio ambiente, pois embora sejam promissores os benefícios prometidos pelos nanoproductos, o lado sóbrio desvela-se como a “nanopoluição”, segundo lição de Engelmann, pois de difícil controle em virtude do tamanho (ENGELMANN et al, 2010, p. 166). Desta forma, se atualmente não temos barreiras ou instrumentos de precaução nas nanotecnologias, o que fazer? Como enfrentamento a esta questão, se deve manter um diálogo e conexão entre o Direito e o meio ambiente, inserindo nas lacunas, através das normas, decisões que viabilizem respostas às atuais alterações presentes na Sociedade de Risco. Esta é a lição de Leonel Severo Rocha e Délton Winter de Carvalho:

A internalização jurídica da ecologia somente poderia ser feita através da adequação dos conflitos à forma, constituída internamente pelo sistema, sistema jurídico/ecologia ou ambiente extrassocial. Esta distinção, operacionalizada pela dogmática jurídica como Direito Ambiental, consiste na comunicação ecológica específica ao Direito, cuja função consiste em montar programas de decisão para a formação de estruturas que sejam capazes de produzir ressonância às irritações provocadas por alterações havidas no ambiente extrassistêmico ou extracomunicacional (Ecosystema) e decorrentes da Sociedade de Risco (CARVALHO; ROCHA, 2012, p. 28-29).

Portanto, se percebe a extrema complexidade das nanotecnologias inseridas nesta *Sociedade de Risco*, que não deixa de ser uma *Sociedade Industrial*, mas é potencializada pelo aumento na incerteza quanto às consequências das atividades e tecnologias empregadas nos processos econômicos (CARVALHO; ROCHA, 2012, p. 33). Desta forma, o debate sobre as nanotecnologias e meio ambiente está em “escala” global, e encontra-se cada vez maior, o que diretamente influencia o âmbito nacional, que inicia um movimento de produção científica e legislativa sobre a matéria, como se verá nos próximos capítulos. Entretanto, antes de seguir para o âmbito brasileiro, importante refletir sobre a viabilidade de utilização de outros sistemas na questão das nanotecnologias. Uma vez que inexitem marcos regulatórios específicos às nanotecnologias, sendo somente utilizados protocolos e recomendações de diversas organizações (que em sua maioria fogem da tutela estatal), poderia se adotar, por exemplo, a

Teoria dos Sistemas ou o Pluralismo Jurídico, que de maneiras diferentes auxiliariam nesta lacuna do sistema jurídico.

Em Niklas Luhmann temos a Teoria dos sistemas, a qual considera que a comunicação é a operação elementar para o que se constrói em uma complexidade social. Desenvolve assim uma teoria da comunicação que permite entender os processos que tem lugar nas interações, nas organizações e na sociedade (LUHMANN, 2005, p. 28). Explica que os sistemas sociais podem surgir dentro de outros sistemas sociais, mesmo assim tomando seu próprio sentido. Assim, é possível a comunicação entre ambos sistemas, separado de uma comunicação própria de cada um, o que gera um sentido próprio (LUHMANN, 2005, p. 35). Portanto, utilizando-se a Teoria dos sistemas seria viável a comunicação entre sistemas diversos, os quais desenvolveriam uma ligação comum, possibilitando o acoplamento de subsídios de um sistema ao outro, quando necessário, ou seja, *“el acoplamiento estructural consiste en una adaptación permanente entre sistemas diferentes, que mantienen su especificidad”* (LUHMANN, 2005, p. 36). Na demanda das nanotecnologias, interessante tal ideia, pois haveria a viabilidade de adoção de marcos de outros sistemas -fora do jurídico - como o da ciência, por exemplo, face sua complexidade para adequação aos sistemas sociais modernos (LUHMANN, 2005, p. 28).

Em outro viés, através de Gunther Teubner, apresenta-se o sistema do Pluralismo Jurídico, no qual se reforça a importância e utilização de normas informais, de outras esferas e organizações, resolvendo-se assim o problema de ausência de normas estatais, que na atual sociedade pós-moderna sequer resolveriam as demandas dotadas de complexidade:

O pluralismo jurídico fascina os juristas pós-modernos, que não se preocupam mais com o direito oficial do Estado centralizado e suas aspirações de abstração, generalidade e universalidade. É na “lei do asfalto” das grandes cidades norte-americanas ou no “quase direito” das favelas do Brasil, nas normas informais das culturas políticas alternativas, na colcha de retalhos do direito das minorias, nas normas dos grupos étnicos, culturais e religiosos, nas técnicas disciplinares da “justiça privada” e, ainda nos regulamentos internos de organizações formais e redes informais que se encontram todos os ingredientes da pós-modernidade: o local, o plural, o subversivo. A diversidade dos discursos fragmentados e hermeneuticamente fechados pode ser identificada por meio de numerosos tipos informais de regras, geradas quase independentemente do Estado e operando em várias esferas informais. O pluralismo jurídico descobre, assim, no “lado obscuro” do direito soberano, o potencial subversivo dos discursos reprimidos. As mais diversas quase-normas informais e locais são tidas como *supplément* ao moderno ordenamento jurídico oficial, formal, centralizado. Exatamente esta ambivalência, esse caráter *dúplice*, faz o pluralismo jurídico tão atraente aos olhos dos juristas pós-modernos (TEUBNER, 2005, p. 81).

Desta maneira, este sistema validaria todas as normas de metarregulação e autorregulação, encontradas em sistemas diversos ao jurídico, e que desta forma possibilitariam a regulação de maneira mais adequada. Por fim, ante toda a fundamentação acima exposta, fica

clara a inserção em nível mundial das nanotecnologias, tanto no que tange ao desenvolvimento de sua produção, quanto da importante pesquisa científica, que busca inúmeras respostas para os efeitos dos produtos em nano escala e seus possíveis danos ou interferências no meio ambiente, intrinsicamente ligados ao importante princípio ambiental da Precaução. Ainda, verifica-se a possibilidade de utilização de outros sistemas, como os lecionados por Luhmann e Teubner, a fim de adequar-se as atuais peculiaridades das nanotecnologias.

### **3 AS INICIATIVAS NACIONAIS DE MARCOS REGULATÓRIOS DAS NANOTECNOLOGIAS**

Em virtude da crescente demanda de produção em escala nano, verifica-se que os pesquisadores e autoridades nacionais iniciaram um processo de conscientização e de pesquisa sobre tal nova tecnologia.

Em âmbito internacional os estudos sobre nanotecnologias encontram-se muito mais adiantados, com a apresentação de inúmeros estudos sobre as “nanos”, nos mais diversos campos, como em nanotoxicologia, nanosegurança, nanomateriais e seus resíduos, em especial o nanolixo, que causa uma das maiores preocupações, tendo em vista a inexistência de certeza sobre seus possíveis riscos ao meio ambiente, quando do seu descarte.

Neste sentido pode-se citar, por exemplo, os protocolos da OECD - The Organisation for Economic Co-operation and Development – como a tabela explicativa sobre o destino e possíveis impactos dos produtos em nano escala nos processos de tratamento de resíduos:

Tabela 1 – Relação entre a categoria de tratamento de resíduos x explicação da técnica com o resultado em nanomateriais.

| <b>Categoria de tratamento de resíduos contendo nanomateriais</b> | <b>Explicação dos respectivos tratamentos de resíduos com nanomateriais e resultados</b>   |
|---|--|
| <b>Reciclagem</b>   | Neste processo seria possível a separação dos materiais em nano escala. O problema é a identificação dos que são (e não são) produzidos em nano escala. 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.<br><b>Resultado:</b> o destino dos nanomateriais em processo de reciclagem não é claro em virtude dos desafios na exposição dos produtos com nano escala, em relação ao ambiente real de trabalho. |
| <b>Incineração</b>  | 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 nano partículas que  |

|                                      |   |
|--------------------------------------|---|
|                                      | <p>persistem nas chaminés. E este seria o pior caso, onde persistem as partículas não destruídas, que permaneceriam assim no ambiente.</p> <p>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.</p>   |
| <b>Tratamento de águas residuais</b> | <p>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.</p> <p>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.</p> |
| <b>Deposição em aterros</b>          | <p>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.</p> <p>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.</p>                                   |

FONTE: (OECD, 2016, p. 17-20).

Este é somente um exemplo da forte tendência na procura por respostas e regulações para as nanotecnologias, em âmbito internacional, o que extrapola a seara ou tutela estatal, ressaltando que normas ou leis hermeticamente fechadas sequer dariam conta de dar uma regulação adequada para tal nova e complexa tecnologia. Tanto é assim que a doutrina de Engelmann sugere a necessidade de um diálogo entre as fontes do Direito como o mecanismo para gerar respostas jurídicas no cenário do direito subjetivo nanotecnológico (ENGELMANN, 2014, p. 355).

Desta maneira, necessário que se faça o aprofundamento desta questão no âmbito nacional, com a finalidade de visualizar de que maneira as nanotecnologias vêm sendo debatidas dentro do Brasil, e se o enfrentamento vem acompanhando a preocupação em nível mundial. Em primeiro lugar, no Poder Legislativo, é possível vislumbrar um movimento - muito embora ainda tímido - em iniciativas de marcos regulatórios, que são no momento quatro: a) proposição de projeto de lei n.º 19/2014, no Rio Grande do Sul; b) dois projetos de lei no âmbito federal (Câmara de Deputados), de n.º 5133/2013 e 6741/2013; e c) projeto de lei n.º 1456/2014, no Estado de São Paulo.



No Estado do Rio Grande do Sul, a Proposição n.º 19/2014 (RIO GRANDE DO SUL, 2016), protocolada em 25.02.2014, de autoria do Deputado Alexandre Postal, postula “*tornar obrigatória e regulamenta a rotulagem de produtos das nanotecnologias e de produtos que fazem uso das nanotecnologias*”. Após mais de 2 anos de tramitação, constam 3 pareceres favoráveis à proposição, o último sendo dado em 14.06.2016. Portanto, a tendência é que tal proposição seja efetivamente transformada em Projeto de lei, sendo então a próxima etapa, a votação pela casa. Ressalta-se que na justificativa da proposição, um dos pontos importantes, e que merece destaque neste momento, foi o Direito à Informação e o Dever de Informar, conforme lecionado por Wilson Engelmann sobre os nanocosméticos, sendo que

*em todos os momentos, ingressa o direito à informação (do trabalhador e do consumidor) e o dever de informar (de todos aqueles que se encontram ao longo do ciclo de vida e que dispõem de alguma informação que deva ser socializada)*(ENGELMANN et al, 2015, p. 61).

Seguindo, no Estado de São Paulo, verifica-se o Projeto de Lei n.º 1456/2015, que tramita na Assembleia legislativa, de autoria do deputado Hélio Nishimoto, com a mesma proposta de regulamentar e tornar obrigatória e rotulagem de produtos de nanotecnologia e os que fazem uso dela (SÃO PAULO, 2016). Este projeto passou, na data de 09.03.2016, pela Comissão de Defesa dos Direitos da Pessoa Humana, da Cidadania, da Participação e das Questões Sociais, com parecer favorável de todos os integrantes, e atualmente se encontra pronto para votação. Ou seja, este projeto de lei está em fase final de aprovação, o que demonstra uma evolução pelo menos na discussão sobre a regulação das nanotecnologias e seus produtos, pelo menos no que diz respeito ao direito de informação e o dever do informar sobre tais componentes em escala nano.

Já em nível legislativo federal, temos o Projeto de lei n.º 5133/2013, de autoria do Deputado Federal Sarney Filho (PV-MA), protocolado em 13.03.2013, com a mesma finalidade, qual seja, “*regulamentar a rotulagem de produtos da nanotecnologia e de produtos que fazem uso da nanotecnologia*” (BRASIL, 2016). Tal proposta foi submetida à apreciação e parecer da Comissão de Desenvolvimento Econômico, Indústria e Comércio (CDEIC). Assim, em maio e julho de 2015 foram apresentados dois pareceres, ambos favoráveis, mas com indicações de modificações, as quais indicaram i) que as informações não se restringissem somente aos rótulos e embalagens, mas se expandissem para todos os materiais de propaganda e divulgações, em diversos meios, como radio, internet, dentre outros e ii) para que ocorressem ajustes nas definições dos artigos sobre nanotecnologias, bem como uma melhor adequação do texto para melhor compreensão, referindo-se às normas do Código de Defesa do Consumidor

(BRASIL, 2016). Desta forma, sua última movimentação legislativa foi o retorno à CDEIC, aguardando parecer final do relator, para posteriormente dar seguimento aos procedimentos.

Ainda na Câmara dos Deputados, temos outro Projeto de Lei pelo mesmo deputado, Sarney Filho, apresentado no final do ano de 2013, precisamente em 11.11.2013. De maneira mais abrangente e significativa, propõe finalmente sobre a disposição de uma “*Política Nacional de Nanotecnologia, a pesquisa, a produção, o destino de rejeitos e o uso da nanotecnologia no país, e dá outras providências*”, tombado pelo n.º 6741/2013 (BRASIL, 2016). A estrutura do projeto de lei vincula-se a diversas outras leis, como a Lei nº 6.938/1981 (Política Nacional de Meio Ambiente), Lei nº 8.080/1990 (Serviços de saúde humana), Lei nº 9.605/1998 (Crimes Ambientais), Lei nº 10.973/2004 (Lei de Inovação), dentre outras. Ante a sua extensa e criteriosa proposta, foi submetido à Comissão de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (CMADS), sendo proferido um parecer favorável (em 07.04.2015), do relator Deputado Bruno Covas, que entendeu ser importante acompanhar passo a passo os desdobramentos da pesquisa, antecipando-se aos eventos, ao invés de ser reativo aos problemas, como tende a ser o processo legislativo (BRASIL, 2016). Então, desde 13.10.2015 está aguardando apreciação do Plenário, conforme último despacho legislativo.

Portanto, na seara legislativa apresenta-se um importante início para definir marcos regulatórios dos nanoprodutos e nanomateriais, o que em si demonstra a continuação da tendência mundial, a qual se preocupa com os possíveis impactos das nanotecnologias na vida humana e meio ambiente. Ainda que tímido, tal iniciativa desenvolve um importante debate sobre a nova técnica, e promove assim o crescimento da discussão.

#### **4 INICIATIVAS REGULATÓRIAS EM AGÊNCIAS BRASILEIRAS – ANVISA E ABDI.**

Saindo da esfera legislativa, encontramos o crescimento do debate - de maneira mais significativa - e preocupação com as nanotecnologias em pelo menos duas agências brasileiras, a ANVISA, que já inseriu em seu cronograma a possibilidade de regulação e vigilância sobre produtos em nanoescala, bem como a ABDI, que possui uma série de relatórios que derivam de pesquisas nesta área, e por conseguinte, proporcionam um norte sobre quais medidas adotar face sua preocupação com os (possíveis) impactos ambientais.

A Agência nacional de vigilância sanitária -ANVISA- inseriu na Agenda Regulatória, Biênio 2015-2016, publicada no Diário Oficial no dia 30 de abril de 2015 (correspondente ainda à 2ª Agenda do Ciclo Quadrienal (2013-2016) e também à 6ª Agenda publicada pela Anvisa), os assuntos prioritários para a atuação regulatória da agência para o período, sendo composta

por 172 subtemas, agrupados em 76 temas e divididos em 15 macrotemas. O tema da nanotecnologia, especificamente relacionada a produtos e processos sujeitos à vigilância sanitária, constou expressamente no tema 74 (ANVISA, 2016, p. 34). Já a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial-ABDI- atua em frentes que impactam sobre a competitividade das empresas, como marco regulatório e disseminação do uso da nanotecnologia como diferencial. As frentes do projeto são articuladas com a Secretaria de Inovação do MDIC, coordenadora do Conselho de Competitividade de Nanotecnologia, Secretaria de Desenvolvimento Tecnológico e Inovação do MCTI e INMETRO, além de procurar dar continuidade às ações de nanotecnologia identificadas nas Agendas Tecnológicas Setoriais (ABDI, 2016). Suas finalidades são expressas desta maneira:

O projeto de Nanotecnologia na ABDI está diretamente ligado a apoiar o desenvolvimento e adequação das normas técnicas e legais para Nanotecnologia no Brasil, a partir de coleta de modelos nacionais e internacionais, além de: Aumentar a utilização da Nanotecnologia em produtos feitos no Brasil. Difusão de informações sobre a nanotecnologia para a indústria. Apoio às ações de nanotecnologia identificadas nas agendas tecnológicas setoriais e nas agendas de ação dos conselhos de competitividade do Plano Brasil Maior. Subsidiar com informações confiáveis o debate sobre o marco legal e regulatório para uso da nanotecnologia em produtos no país. Usar a nanotecnologia para impulsionar a inovação em setores estratégicos da economia brasileira (ABDI, 2016).

Portanto, tal agência proporciona uma série de relatórios que possibilitam o aprofundamento sobre as nanotecnologias e todos os efeitos dela decorrentes, conseqüentemente proporcionando orientações sobre sua utilização.

O conjunto dos resultados de evolução histórica, em alguma medida nos dá um pouco a ideia do percurso e do próprio desenvolvimento da Nanotecnologia. Como grande parte dos produtos começou a ser comercializada a partir de 2004 e, com o aumento mesmo que localizado em alguns países da percepção pública da nanotecnologia e da ação das entidades ligadas a consumidores e ONGs, as pressões sobre a questão da segurança passaram a ser mais sentidas levando, assim, a um aumento dos estudos relacionados com a segurança. Se analisarmos os dados, em mais detalhe, verificamos que, primeiramente, as preocupações foram com a toxicidade, depois, com a segurança e, no mais alto estágio desta escala, com a avaliação de risco. Novas questões apontam fortemente para prevenção e ciclo de vida (ABDI, 2011, p. 24). Em outro relatório da ABDI, apresenta-se a conclusão da necessidade de estímulo à maior integração intersetorial, com regulamentações voluntárias (*soft law*) e novos modos de participação pública na tomada de decisões. Ainda, propõem a avaliação tecnológica antecipatória, a qual deve se enquadrar num movimento maior em direção à 'sustentabilidade', e por fim a governança prospectiva, utilizando-se assim de novas

metodologias, como OECD, ISO, Niosh, IFA, EU, e assim, para muitos serão suficientes, mas precisam de validação (ABDI, 2012, p. 54-55). É neste sentido que a utilização do pluralismo de Teubner seria viável neste contexto, em virtude de que as normas existentes não são utilizadas, e normas estatais sequer foram elaboradas.

Conforme há a progressão das novas ciências de complexidade, mais há interconexões com as tecnologias atuais. Diversos projetos sobre armazenamento de dados em servidores mais eficientes, outros sobre internet e possíveis melhorias, numa interseção entre a nanotecnologia e a biotecnologia. Neste aspecto, tecnicamente deverá ocorrer uma configuração nos parques de produção, de tal forma que necessitarão de nova regulamentação para trabalhar com micropartículas, e na manipulação da matéria em nível nanotecnológico. Existem técnicas e teorias para concluir tal feito, mas só em tese, por enquanto (LIMA, 2014, p. 244).

Exatamente por este motivo é que todo esse movimento de pesquisa e propostas de regulação, que na sua maioria estão fora da tutela estatal e do mundo jurídico, é importante para o desenvolvimento do futuro das nanotecnologias, aliando-se especialmente à questão do meio ambiente, em face da exposição ao risco, respeitando ainda o princípio da Precaução na adoção de medidas mínimas precaucionais.

Ante as inovações da nanotecnologia e sua necessidade de regulação, esta tem assumido um significado mais amplo, abarcando exatamente os instrumentos de metarregulação, conforme leciona Engelmann. Apesar de não existir definição acordada de autorregulação e metarregulação, de maneira geral pode-se dizer que a primeira trata-se de um processo de regulação voluntária, instituído independentemente da regulamentação estatal, criada por atores não governamentais, inclusive por seu(s) próprio(s) destinatário(s). Já a metarregulação resulta da interação entre a regulação estatal e a autorregulação. Ela seria uma estratégia de supervisão do Estado sobre os mecanismos da autorregulação. (ALDROVANI *et al*, p.120).

Em virtude da ausência legislativa nacional, necessário ressaltar a importância da autorregulação (ou até mesmo metarregulação) inicialmente ventilada, justamente na proposta de Teubner, em seu pluralismo jurídico. Neste sentido, já se vislumbra uma regulação plural e global, em virtude da perda do Estado sobre controle e monopólio de regulação, principalmente na área das nanotecnologias. Portanto, se apresentam novos contornos e formas de regulação autônoma, que não necessariamente levam em conta os critérios exclusivos do Estado (WITTMANN, 2015, p. 81). Desta maneira, como leciona Wittmann, a proposta de Teubner, ainda em sua obra “*O direito como sistema autopoietico*”, aproxima o grau de interações com vários subsistemas, o que gera um maior aprendizado:

Aproxima-se, dessa forma, dos preceitos de coevolução propostos por Teubner. Esse grau de interações surge com os estímulos procedentes de vários subsistemas – bem como de instituições. Com tais interações passa-se ao aprendizado recíproco entre os contextos – neste caso o Estado e as instituições civis que, posteriormente, trazem a exigência de compatibilidade entre as estruturas de expectativas neste grande contexto de interações. Defende o autor que essa convergência de expectativas pode ser estimulada com “a introdução voluntária de mecanismos de regulação” que permitem adentrar no “domínio de uma regulação da co-evolução, onde sistemas de negociação intersistêmicos são desenhados com o objetivo recíproco de compatibilizar mundividências e expectativas convergentes”(WITTMANN, 2015, p. 84).

Através da utilização de normas independentes da ordem estatal, é que vislumbra uma alternativa para a possibilidade de regulação das nanotecnologias, com alcance global, objetivando ultrapassar a ingenuidade que ainda paira sobre as instituições jurídicas e seus aplicadores de que o Estado é a única instituição capaz de criar normas que permitem a generalização e a organização de expectativas por parte de diferentes atores sob ponto de vista pragmático (WITTMANN, 2015, p. 86). Já existe um grande número de normativas, produzidas por várias agências e órgãos internacionais sobre as nanotecnologias e a gestão dos seus riscos. Através deste diálogo entre as fontes de Direito, conforme doutrina de Wilson Engelmann, será possível a adequação destas normas ao direito interno. Dentre tais órgãos internacionais, temos, por exemplo, as normativas expedidas pelo National Institute for Health (NIH), ISO, OECD; na União Europeia temos a NIA – Nanotechnologies Industries Association, European Agency for Safety and Health at Work (ENGELMANN, 2015, p. 116-117).

Teubner entende ser possível o acoplamento de normas não estatais no atual contexto, diante de novas complexidades enfrentadas, onde um direito fechado não é suficiente para regular tais demandas, conforme o Pluralismo jurídico sustentado pelo autor. Neste sentido é possível inserir as nanotecnologias e seus possíveis impactos no meio ambiente. Para o reconhecimento ser possível, os sistemas precisam desenvolver clausuras operacionais, e simultaneamente, abrir-se ao seu ambiente de maneira nova e diversa, onde as informações são reconstruídas por perturbações e acoplamentos estruturais (TEUBNER, 2005, p. 84). Por fim, esse novo pluralismo jurídico representa considerável progresso de uma visão mais antiquada e legalista do pluralismo jurídico, que define como um problema do direito oficial reconhecer ordens normativas subsidiárias entre elas as de regime corporativo, e se liberta da herança do institucionalismo tradicional, incorporando-se em instituições, corporações e organizações formalmente estruturadas, sendo seu tema as interações dinâmicas entre uma enorme variedade de ordens jurídicas num campo social. (TEUBNER, 2005, p. 86-87).

Portanto, face às novas demandas das nanotecnologias, verifica-se o contexto da sociedade de risco, assim denominado por Ulrich Beck (BECK, 2005), uma vez que

desconhecidos os efeitos de tal tecnologia ao meio ambiente e na vida humana. Presencia-se a ausência de marcos regulatórios em âmbito nacional. Entretanto, pode-se demonstrar um movimento inicial de regulação, tanto na esfera legislativa quanto em órgãos governamentais, como a ABDI e ANVISA, os quais poderiam ser uma alternativa, seguindo a teoria de Teubner.

## 5 CONCLUSÃO

As preocupações relacionadas às tecnologias desenvolvidas em nanoescala são constantes em matéria de meio ambiente. No contexto pós-modernidade hoje vivenciado, verifica-se a crescente produção de inúmeros produtos e materiais com nanotecnologias. Entretanto, suas implicações e efeitos na vida humana e meio ambiente são desconhecidas, mas a potencialidade de riscos é iminente. Contudo, mesmo estando presente a atenção em relação aos potenciais riscos ao meio ambiente face às nanotecnologias, com pesquisas desenvolvidas no sentido de investigar possíveis consequências danosas ao ecossistema, não se vislumbra a adoção de marcos regulatórios já existentes.

A preocupação em “escala” mundial apresenta-se em maior destaque, com importantes pesquisas em instituições autônomas e também governamentais, em diversos países. É possível vislumbrar a ocorrência de benefícios decorrentes das “nanos”, contudo, na contramão do desenvolvimento, enfrenta-se o risco de danos irreversíveis, como a acumulação de nanomateriais em níveis limítrofes no meio ambiente. O impulso gerado pela tendência internacional das nanotecnologias deságua na seara nacional, onde é possível vislumbrar um movimento inicial de marcos regulatórios, tanto na esfera legislativa quanto das agências de pesquisa. No Brasil, encontra-se atualmente 3 projetos de leis, um em São Paulo, e dois em nível federal, que tramita na Câmara de Deputados. No Rio Grande do Sul, vislumbra-se uma proposição de projeto de lei. Todos os instrumentos estão em fase final de votação, o que de fato só proporciona o maior debate e traz mais importância ao tema. Entretanto, neste ínterim - entre a possibilidade de adoção de marcos regulatórios legislativos e a constante utilização das nanotecnologias - o meio ambiente fica desprotegido, à mercê da sorte quanto aos (possíveis) efeitos danosos ao meio ambiente e à vida humana. Ante todo o contexto apresentado, é que se verifica a urgente necessidade de adoção de medidas minimamente precaucionais, atendendo ao Princípio da Precaução, o que neste momento seria viável através da utilização das ideias pertinentes ao Pluralismo Jurídico defendido por Ginter Teubner, o qual se torna mais adequado face às complexidades e demandas geradas pelas nanotecnologias. Através deste sistema, seria possível a utilização no âmbito interno de normas “*quase direito*”(TEUBNER, 2005, p. 81), através da aceitação de *normas informais das culturas políticas alternativas, nas*

*normas dos grupos étnicos, culturais e religiosos, nas técnicas disciplinares da “justiça privada” e, ainda nos regulamentos internos de organizações formais e redes informais* (TEUBNER, 2005, p. 81).

Uma vez que inexistente no Brasil qualquer marco regulatório sobre nanotecnologias, mas a preocupação ambiental clama por medidas precaucionais, é possível a continuidade do desenvolvimento do debate, com o prosseguimento dos projetos de leis direcionados ao legislativo, bem como neste momento - entre o desconhecimento dos (possíveis danos) das nanotecnologias, sua utilização e, futuramente, uma certeza sobre seus impactos (ou não?) – seja viabilizada a adoção de outras normativas internacionais, ou até seguir orientações nacionais (como da ABDI) a fim de sanar mesmo que momentaneamente esta lacuna, no intuito de tentar preservar minimamente o ecossistema dos (possíveis) danos irreversíveis.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA EUROPEIA PARA A SEGURANÇA E SAÚDE NO TRABALHO. *Perspectivas 1 – Novos riscos emergentes para segurança e saúde no trabalho*. 2007. Paris. Disponível em: <[http://osha.europa.eu/pt/publications/outlook/te8108475enc\\_osh\\_outlook](http://osha.europa.eu/pt/publications/outlook/te8108475enc_osh_outlook)>. Acesso em: 21 jun. 2016.

ABDI - Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial. **Nanotecnologias: subsídios para a problemática dos riscos de regulação**. Disponível em: < [http://www.abdi.com.br/Estudo/Relatório%20Nano-Riscos\\_FINALreduzido.pdf](http://www.abdi.com.br/Estudo/Relatório%20Nano-Riscos_FINALreduzido.pdf) >. Acesso em: 08 mai. 2016.

ABDI – Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial. *Ações ABDI*. Disponível em: < [http://www.abdi.com.br/Paginas/detalhamento\\_acao.aspx?f=Nanotecnologia](http://www.abdi.com.br/Paginas/detalhamento_acao.aspx?f=Nanotecnologia)> Acesso em: 28 jun. 2016

ABDI – Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial. **Nanotecnologias: subsídios para a problemática dos riscos e regulação**. 2011. 52 p. Disponível em: [http://www.abdi.com.br/Estudo/Relat%C3%B3rio%20Nano-Riscos\\_FINALreduzido.pdf](http://www.abdi.com.br/Estudo/Relat%C3%B3rio%20Nano-Riscos_FINALreduzido.pdf) Acesso em 28 jun. 2016.

ABDI – Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial. *Estudos. Nanotecnologias: Regulação, Inovação e Desenvolvimento das Nanotecnologias*. Nov. 2012. Disponível em: < <http://www.abdi.com.br/Estudo/William%20Waissmann.pdf>> Acesso em 28 jun. 2016.

ALDROVANI, Andrea; BERGER FILHO, Airton Guilherme; ENGELMANN, Wilson. **Perspectivas para a regulação das nanotecnologias aplicadas a alimentos e biocombustíveis**. Vigilância Sanitária em debate: Sociedade, Ciência & Tecnologia. INCQS/FIOCRUZ. p. 115-127. Disponível em: <https://visaemdebate.incqs.fiocruz.br/index.php/visaemdebate/article/view/69/76>. Acesso em 10 abr. 2016.

ANVISA. Agência nacional de vigilância sanitária. *AGENDA REGULATÓRIA. CICLO QUADRIENAL 2013-2106. BIÊNIO 2015-2016*. Disponível em: < <http://portal.anvisa.gov.br/documents/33880/460876/Agenda+regulat%C3%B3ria+2015-2016/6b9f3a07-1be3-47df-bca2-9fc969849a23>> Acesso em 28 jun. 2016

BARDIN, Laurence. **Análise de Conteúdo**. Tradução de Luís Antero Reto; Augusto Pinheiro. São Paulo: Edições 70, 2011.

BECK, Ulrich. **Un mondo a rischio**. Traduzione di Laura Castoldi. Giulio Einaudi editore s.p.s. Torino. 2003. ISBN 88-06-16617-4.

BRASIL. Câmara dos Deputados. Projetos de Leis e outras proposições. Projeto de Lei 5133/2013. Disponível em: < <http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=567257>> Acesso em 28 jun. 2016.

BRASIL. Câmara dos Deputados. Projetos de Leis e outras proposições. Pareceres. Projeto de Lei 5133/2013. Disponível em: [http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/prop\\_pareceres\\_substitutivos\\_votos?idProposicao=567257](http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/prop_pareceres_substitutivos_votos?idProposicao=567257)> Acesso em 28 jun. 2016.

BRASIL. Câmara dos Deputados. Projetos de Leis e outras proposições. Projeto de Lei 6741/2013. Disponível em: < <http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=600333>> Acesso em: 28 jun. 2016.

BRASIL. Câmara dos Deputados. COMISSÃO DE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. Projeto de Lei 6741/2013. Disponível em: <[http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/prop\\_mostrarintegra?codteor=1317650&filename=PRL+1+CMADS+%3D%3E+PL+6741/2013](http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra?codteor=1317650&filename=PRL+1+CMADS+%3D%3E+PL+6741/2013)> Acesso em: 28 jun. 2016.

CARVALHO, Délton Winter de. **Desastres ambientais e sua regulação jurídica: deveres de prevenção, resposta e compensação ambiental**. São Paulo: Editora Revista dos Tribunais, 2015.

CARVALHO, Délton Winter de; ROCHA, Leonel Severo. **"Policontextualidade jurídica e estado ambiental"**. In: ROCHA, Leonel Severo. Direito ambiental e autopoiese. Curitiba: Juruá, 2012. p.25-45

CENTRO ECOLÓGICO. **Nanotecnologia: a manipulação do invisível**. Organização Maria José Guazzelli e Julian Perez. 2009. Disponível em: <[http://www.centroecologico.org.br/novastecnologias/novastecnologias\\_1.pdf](http://www.centroecologico.org.br/novastecnologias/novastecnologias_1.pdf)> . Acesso em: 21 jun. 2016

ENGELMANN, Wilson. **As nanotecnologias como um fator de aproximação democrática dos países da América Latina: em busca de moldes regulatórios**. In: ENGELMANN, Wilson; SPRICIGO, Carlos M. (orgs.) Constitucionalismo democrático na América Latina: desafios do século XXI. Curitiba: Multideia, 2015. p. 105-122.

\_\_\_\_\_. **O direito das nanotecnologias e a (necessária) reconstrução dos elementos estruturantes da categoria do "direito subjetivo"**. In: ENGELMANN, Wilson; 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, 2014. p. 339-359.

ENGELMANN, Wilson; FLORES, André Stringhi; WEYERMÜLLER, André Rafael. **Nanotecnologias, marcos regulatórios e direito ambiental: construindo um diálogo transdisciplinar na busca de marcos regulatórios em nanotecnologias**. 1. ed. Curitiba: Honoris Causa, 2010.

ENGELMANN, Wilson; BORGES, Isabel Cristina Porto; GOMES, Taís Ferraz. **Responsabilidade civil e nanotecnologias**. São Paulo: Atlas, 2014. ISBN 978-85-224-8913-8.

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. Pg. 15-76.

FOLADORI, Guillermo; INVERNIZZI, Noela. La regulación de las nanotecnologías: una mirada desde las diferencias EUA-UE. Vigilância Sanitária em Debate: Sociedade, Ciência & Tecnologia, [S.l.], v. 4, n. 2, p. 8-20, maio 2016. ISSN 2317-269X. Disponível em: < <https://visaemdebate.incqs.fiocruz.br/index.php/visaemdebate/article/view/726/313> >. Acesso em: 12 jul. 2016. doi:<http://dx.doi.org/10.3395/2317-269x.00726>.

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. 175 p. ISBN: 978-85-7811-259-2



LIMA, Edilson Gomes de. *Nanotecnologia: biotecnologia e novas ciências*. 1. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2014. 274p. ISBN 978-85-7193-346-0

LQES NEWS, BOLETIM. **Nanotechnology and math deliver two-in-one punch for cancer therapy resistance**. Disponível em [http://www.lqes.iqm.unicamp.br/canal\\_cientifico/lqes\\_news/lqes\\_news\\_cit/lqes\\_news\\_2016/lqes\\_news\\_novidades\\_2074.html](http://www.lqes.iqm.unicamp.br/canal_cientifico/lqes_news/lqes_news_cit/lqes_news_2016/lqes_news_novidades_2074.html). Acesso em 05 jul. 2016.

LQES NEWS, BOLETIM. **How nanoparticles flow through the environment**. [http://www.lqes.iqm.unicamp.br/canal\\_cientifico/lqes\\_news/lqes\\_news\\_cit/lqes\\_news\\_2016/lqes\\_news\\_novidades\\_2055.html](http://www.lqes.iqm.unicamp.br/canal_cientifico/lqes_news/lqes_news_cit/lqes_news_2016/lqes_news_novidades_2055.html). Acesso em 05 jul. 2016

LUHMANN, Niklas. **El derecho de la sociedad**. 2. ed. México, D.F.: Herder: Universidad Iberoamericana, c2005. 676 p. ISBN 9685807108.

MILARÉ, Édís. **Direito do ambiente**. 8. ed., rev., atual. e reform. São Paulo: R. dos Tribunais, 2013. 1614 p. ISBN 9788520347515.

OECD (2016). **Nanomaterials in Waste Streams: Current Knowledge on Risks and Impacts**, OECD. Publishing, Paris. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1787/9789264249752-en>>. Acesso em 31 mar 2016.

RIO GRANDE DO SUL. Assembleia Legislativa. Proposição de projeto de lei 19/2014. Torna obrigatória e regulamenta a rotulagem de produtos das nanotecnologias e de produtos que fazem uso das nanotecnologias. Disponível em: <<http://www.al.rs.gov.br/legislativo/ExibeProposicao/tabid/325/SiglaTipo/PL/NroProposicao/19/AnoProposicao/2014/Origem/Px/Default.aspx>> Acesso em 28 jun. 2016.

SÃO PAULO. Assembleia Legislativa. Projetos. Projeto de Lei 1456/2015. Regulamenta e torna obrigatória a rotulagem de produtos de nanotecnologia e de produtos que dela fazem uso. Disponível em: <<http://www.al.sp.gov.br/propositura/?id=1286924>> Acesso em 28 jun. 2016.

TEUBNER, Gunther. **Direito, Sistema e Policontextualidade**. Apresentação: Dorothee Susanne Rüdiger. Introdução: Rodrigo Octávio Broglia Mendes. Piracicaba: Editora Unimep, 2005. 300 p. ISBN 85-85541-60-1.

UNESCO. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. **Éthique et Politique des Nanotechnologies**. 2007. Disponível em: <<http://unesdoc.unesco.org/images/0014/001459/145951f.pdf>> Acesso em 28 jun. 2016.

WEYERMÜLLER, André Rafael. **Direito ambiental e aquecimento global**. São Paulo: Atlas, 2010.

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.