

**XXVII CONGRESSO NACIONAL DO
CONPEDI PORTO ALEGRE – RS**

DIREITO AMBIENTAL E SOCIOAMBIENTALISMO II

ANA PAULA BASSO

EDSON RICARDO SALEME

PAULO ROBERTO RAMOS ALVES

Todos os direitos reservados e protegidos. Nenhuma parte deste anal poderá ser reproduzida ou transmitida sejam quais forem os meios empregados sem prévia autorização dos editores.

Diretoria – CONPEDI

Presidente - Prof. Dr. Orides Mezzaroba - UFSC – Santa Catarina

Vice-presidente **Centro-Oeste** - Prof. Dr. José Querino Tavares Neto - UFG – Goiás

Vice-presidente **Sudeste** - Prof. Dr. César Augusto de Castro Fiuza - UFMG/PUCMG – Minas Gerais

Vice-presidente **Nordeste** - Prof. Dr. Lucas Gonçalves da Silva - UFS – Sergipe

Vice-presidente **Norte** - Prof. Dr. Jean Carlos Dias - Cesupa – Pará

Vice-presidente Sul - Prof. Dr. Leonel Severo Rocha - Unisinos – Rio Grande do Sul

Secretário Executivo - Profa. Dra. Samyra Haydêe Dal Farra Napolini - Unimar/Uninove – São Paulo

Representante Discente – FEPODI

Yuri Nathan da Costa Lannes - Mackenzie – São Paulo

Conselho Fiscal:

Prof. Dr. João Marcelo de Lima Assafim - UCAM – Rio de Janeiro

Prof. Dr. Aires José Rover - UFSC – Santa Catarina

Prof. Dr. Edinilson Donisete Machado - UNIVEM/UENP – São Paulo

Prof. Dr. Marcus Firmino Santiago da Silva - UDF – Distrito Federal (suplente)

Prof. Dr. Ilton Garcia da Costa - UENP – São Paulo (suplente)

Secretarias:

Relações Institucionais

Prof. Dr. Horácio Wanderlei Rodrigues - IMED – Rio Grande do Sul

Prof. Dr. Valter Moura do Carmo - UNIMAR – Ceará

Prof. Dr. José Barroso Filho - UPIS/ENAJUM – Distrito Federal

Relações Internacionais para o Continente Americano

Prof. Dr. Fernando Antônio de Carvalho Dantas - UFG – Goiás

Prof. Dr. Heron José de Santana Gordilho - UFBA – Bahia

Prof. Dr. Paulo Roberto Barbosa Ramos - UFMA – Maranhão

Relações Internacionais para os demais Continentes

Profa. Dra. Viviane Coêlho de Séllos Knoerr - Unicuritiba – Paraná

Prof. Dr. Rubens Beçak - USP – São Paulo

Profa. Dra. Maria Aurea Baroni Cecato - Unipê/UFPB – Paraíba

Eventos:

Prof. Dr. Jerônimo Siqueira Tybusch UFSM – Rio Grande do Sul

Prof. Dr. José Filomeno de Moraes Filho Unifor – Ceará

Prof. Dr. Antônio Carlos Diniz Murta Fumec – Minas Gerais

Comunicação:

Prof. Dr. Matheus Felipe de Castro UNOESC – Santa Catarina

Prof. Dr. Liton Lanes Pilau Sobrinho - UPF/Univali – Rio Grande do Sul

Prof. Dr. Caio Augusto Souza Lara - ESDHC – Minas Gerais

Membro Nato – Presidência anterior Prof. Dr. Raymundo Juliano Feitosa - UNICAP – Pernambuco

D597

Direito ambiental e socioambientalismo II [Recurso eletrônico on-line] organização CONPEDI/ UNISINOS

Coordenadores: Ana Paula Basso; Edson Ricardo Saleme; Paulo Roberto Ramos Alves. – Florianópolis: CONPEDI, 2018.

Inclui bibliografia

ISBN: 978-85-5505-694-9

Modo de acesso: www.conpedi.org.br em publicações

Tema: Tecnologia, Comunicação e Inovação no Direito

1. Direito – Estudo e ensino (Pós-graduação) – Encontros Nacionais. 2. Assistência. 3. Isonomia. XXVII Encontro Nacional do CONPEDI (27 : 2018 : Porto Alegre, Brasil).

CDU: 34



XXVII CONGRESSO NACIONAL DO CONPEDI PORTO ALEGRE – RS

DIREITO AMBIENTAL E SOCIOAMBIENTALISMO II

Apresentação

É com imensa satisfação que apresentamos o livro, “Direito Ambiental e Socioambientalismo II”, que é o resultado do Grupo de Trabalho respectivo do XXVII Congresso Nacional do CONPEDI, realizado em Porto Alegre, Rio Grande do Sul, entre os dias 14 a 16 de novembro deste ano. A grande qualidade das pesquisas efetivamente captou a dinâmica da tecnologia, comunicação e inovação, com traços marcantes nas diversas normas jurídicas editadas.

Constatou-se o alto nível das pesquisas, sobretudo nas apresentações que tivemos o prazer de coordenar. Elas apontam a preocupação socioambiental dos diversos pesquisadores presentes que oralmente expuseram a síntese de seus respectivos artigos, objeto do GP, no qual se entabularam discussões a cada três apresentações.

Os temas de pesquisa refletem a preocupação dos diversos programas brasileiros de pós-graduação que estudam a sustentabilidade, os níveis de desenvolvimento humano e a reiterada e preocupante intervenção antrópica nos diversos sistemas naturais. Os temas são atuais e podem ser divididos em grandes grupos, quais sejam: a) Proteção de recursos hídricos e legislação correspondente; b) Resíduos sólidos; c) Nanotecnologia; d) Proteção das cidades brasileiras; e) Compensação ambiental; f) Pagamento por serviços ambientais; g) Problemas oriundos da gentrificação e da modificação sem planejamento das cidades, entre outros temas de real magnitude tais como: ecologia no direito, descartes inadequados de produtos poluentes, diminuição de pescados e outros que não se encontram, necessariamente, na ordem aqui referida.

Os diversos trabalhos representam a profundidade da pesquisa e o esforço dos participantes em elaborar trabalhos com profundidade e esmero. Dessa forma se desenvolveram as atividades do XXVII CONPEDI neste GT, cuja temática dos trabalhos efetivamente estava centrada na Comunicação, Tecnologia e Inovação no Direito, tal como proposto pela equipe responsável pelo Congresso. Isto foi observado nas apresentações que reiteraram a necessidade de manutenção dos atuais mecanismos protetores do ambiente e também no oferecimento de novas formas de se evitar problemas a ele relacionados, sobretudo em face das mudanças climáticas e outros eventos decorrentes da reiterada intervenção humana no ambiente que desconhece os resultados de suas ações. Por este motivo se devem redobrar medidas protetivas em defesa de todos os sistemas ecológicos e naturais de forma a cumprir

o desiderato indicado no art. 225 da Constituição Federal, em defender e preservar o meio ambiente para as presentes e futuras gerações.

Prof. Dr. Paulo Roberto Ramos Alves – UPF

Prof. Dr. Edson Ricardo Saleme – UNISANTOS

Profa. Dra. Ana Paula Basso - UFCG

Nota Técnica: Os artigos que não constam nestes Anais foram selecionados para publicação na Plataforma Index Law Journals, conforme previsto no artigo 8.1 do edital do evento. Equipe Editorial Index Law Journal - publicacao@conpedi.org.br.

UM NOVO ALERTA NANOTECNOLÓGICO: DA EVOLUÇÃO DAS TEORIAS SOBRE RISCO PARA ADEQUADA GESTÃO DO NANOWASTE

A NEW NANOTECHNOLOGICAL ALERT: FROM THE EVOLUTION OF RISK THEORIES TO THE NANOWASTE MANAGEMENT

Daniele Weber S. Leal ¹
Raquel von Hohendorff ²

Resumo

Vivencia-se a era nanotecnológica, com seus grandes avanços benéficos e incertezas científicas, cujo risco é o mais preocupante. Dada a complexidade, importante acompanhar a evolução das Teorias do Risco e analisar alternativas regulatórias. Um novo alerta está voltado ao nanowaste. Como é possível contextualizar a evolução (nano)tecnológica nas Teorias do Risco e de que modo é possível promover uma gestão do risco quanto ao nanowaste? Baseado na precaução, resposta adequada seria uma (auto)regulação atualizada, elaborando o Direito uma flexibilização, adotando instrumentos com potencial regulatórios elaborados de outros sistemas. Busca-se minimizar possível dano ambiental através da gestão do risco do nanowaste.

Palavras-chave: Nanotecnologias, Nanowaste, Risco, Regulação, Teorias do risco

Abstract/Resumen/Résumé

The nanotechnology era is lived, with its great beneficial advances and scientific uncertainties, whose risk is the most worrying. Given the complexity, it is important to follow the evolution of Risk Theories and to analyze regulatory alternatives. New alert is focused on nanowaste. How is it possible to contextualise the (nano) technological evolution in Risk Theories and how can nanowaste risk management be promoted? Based on precaution, an adequate response would be an updated (self) regulation, elaborating the Law a flexibilization, adopting instruments with regulatory potential elaborated from other systems. It seeks minimizing possible environmental damage through nanowaste risk management.

Keywords/Palabras-claves/Mots-clés: Nanotechnologies, Nanowaste, Risk, Regulation, Theories of risk

¹ Doutoranda e Mestra do PPG Direito da UNISINOS, vinculada à Linha “Sociedade, Novos Direitos e Transnacionalização”; Integrante do Grupo JUSNANO(CNPq); Especialista em Direito Público. Professora da FACCAT. Advogada. Email: weber.daniele@yahoo.com.br

² Doutora e mestra pelo PPG Direito da UNISINOS, vinculada à Linha “Sociedade, Novos Direitos e Transnacionalização”; Integrante do Grupo de Pesquisa JUSNANO(CNPq). Advogada. Professora do PPG /UNISINOS. E-mail: vetraq@gmail.com.

1 INTRODUÇÃO

Observa-se atualmente a complexidade das nanotecnologias, que vem permeada por dúvidas, inquietações, incertezas científicas e promessas maravilhosas das benesses desta nova tecnologia. A era nanotecnológica é uma realidade, com demandas antes sequer imaginadas, dada a particularidade das propriedades em escala nano, com as quais o Direito está sendo convocado para solucionar adequadamente estas resoluções, buscando alternativas regulatórias, ante a ausência legislativa específica para o desenvolvimento dos nanoprodutos. O tema igualmente encontra-se ligado ao cenário das inovações tecnológicas e 4.^a Revolução Industrial, movimento atual que se mobiliza para desenvolver novas opções, novos produtos. Contudo, muito embora o desenvolvimento desta nanotecnologia venha alcançando contornos significativos, não há regulação específica. Como consequência da crescente produção e consumo das nanotecnologias vislumbra-se um novo problema, os resíduos nanotecnológicos. De que maneira este descarte inadequado pode prejudicar o meio ambiente?

Assim, em paralelo às benesses e promessas inovadoras das nanos estão os potenciais danos ao meio ambiente e vida humana. Necessário apresentar esse viés de pesquisa, a fim de promover um desenvolvimento mais seguro e sustentável, resguardado as futuras gerações. Urge que se conheça então a inserção das nanotecnologias no contexto do risco. Portanto, abordará esta investigação a evolução das teorias do risco, a fim de viabilizar uma adoção de alternativas regulatórias que realizem a gestão dos resíduos nanotecnológicos, o *nanowaste*. Com finalidade de fomentar a gestão do risco, apresentar-se-á ainda as diferentes formas de regulação. A proposta de estudo se dará através da metodologia sistêmico-construtivista (FERRARI, 2015), utilizando-se de bases que não compõem o Direito tradicional, possibilitando a conexão e aplicação de outros institutos regulatórios, realizando a interligação de outras áreas da ciência. Utilizar-se-á a pesquisa bibliográfica, buscando realizar a revisão das publicações em livros, artigos científicos e sítios oficiais da internet. Para tanto, necessário que se parta de um prévio conhecimento acerca das nanotecnologias e o potencial risco; ademais, apresentar-se-á a evolução das Teorias do Risco, a fim de contextualizar as nanotecnologias nesta conjuntura. Por fim, será exposta alternativa regulatória e organizações internacionais que estão elaborando instrumentos com potencial regulatório, fomentando o movimento de adequação e flexibilização do Sistema do Direito, para que ele promova respostas adequadas à nova complexidade apresentada. Portanto, o problema que se pretende enfrentar neste artigo poderá ser assim circunscrito:

Qual o atual cenário das nanotecnologias frente ao risco, especificamente sobre os resíduos nanotecnológicos? Tal faceta é conhecida e enfrentada pelo Sistema do Direito? Como é possível contextualizar a evolução (nano)tecnológica nas Teorias do Risco? E diante das novas demandas e incerteza científica quanto aos possíveis danos ao ecossistema (ante o descarte inadequado do nanowaste), de que modo é possível promover uma gestão do risco adequadamente? Busca-se assim minimizar o possível dano ambiental e às futuras gerações através da gestão do risco do nanowaste, validando diretrizes autorregulatórias que se baseiam em estudos específicos sobre nanomateriais e resíduos.

2 OS RISCOS NANOTECNOLÓGICOS E O ALERTA À NOVA QUESTÃO: O NANOWASTE

Desde o início deste século XXI presencia-se a utilização cada vez maior das nanotecnologias. 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 (PORTO BORGES; GOMEZ; ENGELMANN, 2014, p.05). Foi o físico norte-americano Feynman (2002) considerado o profeta da nanotecnociência, cuja profecia foi anunciada em sua palestra *There is a plenty of room at the bottom* - Há mais espaços lá embaixo (tradução nossa), em dezembro de 1959. Naquela ocasião, o cientista abordou praticamente todos os conceitos importantes da nanotecnociência, embora sem nominá-la dessa forma. Uma das ideias defendidas seria que possibilitar-se-ia condensar, na cabeça de um alfinete, todos os 24 volumes da *Enciclopédia Britânica*, vislumbrando as futuras descobertas na fabricação de sistemas em escala atômica e molecular (FEYNMANN, 2002). A nanotecnologia é a manipulação da matéria em uma escala quase atômica para produzir novas estruturas, materiais e dispositivos. Esta tecnologia tem a capacidade de transformar muitas indústrias e pode ser aplicado de diversas maneiras a áreas que vão desde a medicina à fabricação (DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES, 2009). O Comitê Técnico 229 (Nanotecnologias) da ISO/TC 229 (ISO, 2005) está a desenvolver uma nomenclatura e uma terminologia mundialmente reconhecidas para os nanomateriais. De acordo com ISO/TS 27687: 2008 (ISO, 2008), nano-objeto é definido como material com uma, duas ou três dimensões externas na faixa de tamanho de aproximadamente 1-100 nm.

As nanotecnologias encontram-se nos mais variados setores da vida cotidiana, nos mais diferentes setores econômicos. Esta tecnologia em ultrapequena escala encontra-se no mercado, sendo amplamente consumida, como nos protetores solares, telefones celulares, medicamentos, cosméticos, medicamentos veterinários, produtos para tratamento de água, para indústria aeroespacial, naval e automotora, siderúrgica, entre outros. Inclusive esse amplo rol é aberto devido ao processo contínuo de desenvolvimento das nanotecnologias (HOHENDORFF, 2015, p.09). Portanto, vislumbra-se na atualidade uma atenção por parte do Direito às nanotecnologias. Somente para demonstrar a gama de produtos existentes em nível global, é possível apresentar os números gerais registrados pela *Nanotechnology Products Database* (NPD) - Base de Dados de Produtos de Nanotecnologia (tradução nossa) -, criada em janeiro de 2016. Com a finalidade de se tornar uma fonte de informação confiável, acreditada e atualizada para a análise e caracterização de produtos nanotecnológicos (ou seja, nanoprodutos) introduzidos nos mercados globais, cataloga-se e registra-se toda capacidade de produção de nanotecnologia desenvolvida no mundo. Com base então na NPD, pode-se afirmar que atualmente existem 8219 produtos com nanotecnologias, produzidos por 1941 companhias, oriundos de 56 países (INTRODUCTION NPD, 2018). Situam-se as nanotecnologias como parte integrante da Quarta Revolução Industrial, diagnosticando a realidade desta nova tecnologia, dados sobre seu surgimento, usos e aplicações nas mais diferentes áreas do conhecimento humano (SCHWAB, 2016, p.11).

Tendo em vista a grande evolução desta nova tecnologia, pode-se constatar a necessidade de maior debate sobre elas, principalmente no que tange a possibilidade de danos futuros ao meio ambiente e vida humana, dada a complexidade e particularidade destes materiais em escala tão pequena. Ressalta-se a ausência de regulação específica para as nanos, o que incompatibiliza os preceitos do Princípio da precaução, indispensável neste contexto de incertezas científicas. Assim, urge que se fomente o debate e maior esclarecimento sobre o viés do risco das nanotecnologias, principalmente quando se chama atenção para uma nova questão: os resíduos nanotecnológicos. Incide neste cenário a preocupação mundial com as nanos. É possível observar que o debate e estudos vêm ocorrendo em nível global, nos países desenvolvidos, e de maneira progressiva nos países em desenvolvimento, como o Brasil. Sabe-se que a pesquisa e atualidade das nanotecnologias estão em evidência, bem como seus produtos. Entretanto, não há regulação única sobre o tema. Existem inúmeros protocolos e diretrizes produzidos por agências e órgãos internacionais sobre esta nova tecnologia e sua gestão de risco, além dos anteriormente

citadas, como a *National Institute for Health* (NIH) dos EUA, *National Science Foundation* (NSF), ISO, OECD¹, BSI, na União Europeia a Comissão Europeia e Parlamento Europeu, *European Medicines Agency*, *Co-nanomet*, *European Agency for Safety and Health at Work*, dentre outras. Essas diretrizes, avaliações de risco e recomendações poderiam ser aproveitadas para a geração de um marco normativo interno (ENGELMANN, 2015).

Desta maneira, ante os estudos propostos e movimento das organizações internacionais ao redor do mundo, fica clara a crescente presença das nanotecnologias, tanto de seus produtos quanto das demandas deles originários. A utilização dos nanoproductos é uma realidade, de maneira irrestrita na sociedade, sem que se saiba ainda sobre seus efeitos no meio ambiente e vida humana. Até mesmo não há informação adequada sobre tal aspecto, de forma que o manejo e comércio dá-se de forma imprudente. Em virtude do grande desenvolvimento e consumo de nanoproductos, por conseguinte, serão descartados no meio ambiente um número cada vez maior de nanomateriais, que por ora, não adota nenhum protocolo específico. Com base na atenção aos resíduos nanotecnológicos, Mraz (2005) provoca em sua matéria: *Nanowaste: o Próximo Grande Tratamento?*(tradução nossa), afirmando que os governos devem investir uma porcentagem maior de seus orçamentos voltados à segurança dos nanomateriais bem como demandar maiores esforços nas pesquisas a este novo tipo de resíduo, o *nanowaste*, do qual não se tem certeza científica quanto seus efeitos no ecossistema e vida humana (MRAZ, 2005). Como o objeto deste trabalho é aferir as complexidades do *nanowaste* e gestão apropriada, importante que se introduza as principais inquietações sobre estes resíduos, com respeito ao Princípio da precaução, conforme Part et al.(2015, p.407) lecionam:

Os nanomateriais de engenharia (ENMs) já são amplamente utilizados em diversos produtos de consumo. Ao longo do ciclo de vida de um produto nanohabilitado, os ENMs podem ser liberados e posteriormente se acumulam no meio ambiente. Os modelos de fluxo de materiais também indicam que uma variedade de ENMs podem se acumular em fluxos de resíduos. Portanto, um novo tipo de resíduos, o chamado *nanowaste*, é gerado quando do fim-de-vida

¹ Tamanho o empenho desta organização internacional, que se pode ressaltar o estudo realizado pela OECD, sobre resíduos de nanomateriais. Despertados por este questionamento, e aliando-se ao Princípio da Precaução, é possível considerar as recomendações e protocolos elaborados pela OECD, cujo foco de seus questionamentos é a busca por respostas adequadas quanto aos resíduos produzidos em nano escala, ou seja, o descarte final de nanomateriais, em virtude desta enorme produção, sem qualquer cuidado quanto ao descarte. Assim, justificou-se a pesquisa ante o grande desenvolvimento 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 lixo (resíduos), como na reciclagem, incineração, disposição de lixo em aterros e tratamento de água (ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT, 2016)

dos ENMs e quando produtos nano-habilitados são descartados. Em termos do princípio da precaução, o monitoramento ambiental dos ENMs em fim de vida é crucial para avaliar o impacto potencial dos nanowaste no nosso ecossistema. A análise de rastreamento e a quantificação de espécies nanoparticuladas é muito desafiadora por causa da variedade de tipos de ENM que são utilizados em produtos e baixas concentrações de nanowaste esperados em mídia complexa ambiental. [...]. A maioria dos estudos visa investigar o destino do nanowaste durante a incineração, particularmente considerando as medidas de aerossóis; considerando os estudos detalhados centrados na liberação potencial de nanowaste durante a reciclagem de resíduos, os processos atualmente não estão disponíveis. Em termos de métodos analíticos adequados, técnicas de separação acopladas a métodos baseados em espectrometria são ferramentas promissoras para detectar nanowaste e determinar tamanho de partícula na distribuição em amostras de resíduos líquidos. (tradução nossa).

O *nanowaste* é um dos focos mais importantes da atualidade, seguindo o fluxo necessário de estudos como de qualquer resíduo. Especialmente os resíduos nanotecnológicos precisam de atenção redobrada, dada as particularidades de suas características e interações físico-químicas do meio ambiente, ficando uma preocupante lacuna sobre os efeitos desta disposição de nanomateriais no ecossistema, sem adoção de medidas mínimas de cautela para proteção. Face a inserção da era nanotecnológica no contexto de risco, necessário então conhecer esta faceta nanotecnológica. Ao mesmo passo que se caminha para descobertas maravilhosas e benéficas com utilização da nanotecnologia - como novos medicamentos, processos remediadores de poluição, produtos mais duráveis e eficientes -, encontram-se em paralelo pesquisas apontando para o risco desta nova tecnologia, com potencial prejuízo à saúde humana e meio ambiente. Observa-se o cenário do risco, e no próximo ponto explorar-se-á estas possibilidades conflitantes das nanos.

Por fim, uma vez que esta tecnologia não possui reflexo humano ainda comprovado, mas se observa em pesquisas a possibilidade de risco, urge que se fomente a adoção de instrumento com pretensão regulatória e que assim viabilize a gestão adequada do risco, de maneira a respeitar o princípio da precaução, a fim de minimizar consequências danosas ao ecossistema. Algumas das características que são úteis no desenvolvimento de produtos novos e melhorados também causam preocupação. Alguns nanomateriais são tipos inteiramente novos de composições, que podem ter novos e inesperados efeitos sobre os organismos vivos. O tamanho pequeno dos nanomateriais leva à preocupação sobre se eles podem atravessar membranas biológicas e, assim, ser tomadas por células e órgãos. Além disso, partículas pequenas podem se acumular profundamente nos pulmões se inaladas e permanecer lá por um longo período, porque

eles são limpos lentamente a partir desta parte do pulmão. Existe também a preocupação de que o aumento da reatividade de materiais conhecidos na nanoforma pode levar a efeitos aumentados ou indesejados nos seres humanos e no ambiente(CHRISTENSEN , 2015).

O CNPq em conjunto com o MCTI, lançaram em 2011, edital para a formação das primeiras redes sobre nanotoxicologia no Brasil. Até este momento, ainda não havia nenhum fomento específico para o desenvolvimento desta área de pesquisa. No âmbito desse edital foi apresentado o projeto de pesquisa intitulado *Nanotoxicologia ocupacional e ambiental: subsídios científicos para estabelecer marcos regulatórios e avaliação de riscos* (MCTI/CNPq processo 552131/2011-3), que já produziu alguns resultados, apontando efeitos tóxicos de algumas nanopartículas investigadas: a) a comprovação de evidências de que os nanotubos de carbono são potencialmente perigosos em ambientes aquáticos, e que o mecanismo de toxicidade é complexo e insuficientemente compreendido até o momento(BRITTO et al., 2012). A dúvida e incerteza científica quanto aos impactos das nanos no meio ambiente é latente, principalmente no solo -já que destacamos o nanowaste- conforme Dimpka (2014, p.889) interroga: “A nanotecnologia pode oferecer os benefícios prometidos sem impactar negativamente a vida microbiana do solo?”(tradução nossa). Dimkpa (2014) afirma que os benefícios prometidos nas nanotecnologias, podem vir acompanhados de riscos para o meio ambiente: plantas não-alvo, micróbios de solo de planta-benéficas e outras formas de vida poderiam ser impactadas se nanopartículas (nanomateriais) contaminassem o meio ambiente.

O objeto desta investigação trata dos resíduos nanotecnológicos e a gestão dos riscos, face a ausência de regulação. Com a preocupação sobre o nano lixo ou o *nanowaste*, apresenta o Jornal *The Guardian* o questionamento: *Nano: uma Opção Mais Limpa? A Nanotecnologia Poderia Arrumar o Planeta sem Deixar Resíduos Perigosos?* (tradução nossa). Para tais dúvidas não se vislumbram ainda respostas com certeza científica, mas pelo que se analisa dos estudos até agora apresentados, o *nanowaste*, ou resíduos nanotecnológicos, podem trazer mais riscos que os resíduos em escala macro (CAVE, 2013). De forma resumida, verifica-se que os possíveis riscos podem se encontrar na seguinte forma: a) na segurança do trabalhador na fabricação ou uso de partículas nanométricas; b) na segurança do consumidor na utilização ou aplicação de bens baseados na tecnologia nanotecnológica; c) nos danos ambientais causados pela produção de resíduos e fabricação de produtos acabados que possam contaminar o ar, a água ou o solo; d) nas convulsões socioeconômicas, incluindo rupturas econômicas em

economias baseadas em agricultura, matérias-primas ou trabalho; e) nas consequências imprevistas de nanotecnologias descontroladas; f) no uso governamental/estatal de nanotecnologias para conter as liberdades civis; g) aplicações militares; h) no uso das nanotecnologias nas mãos de terroristas ou outros criminosos (MARCHANT, SYLVESTER, 2006, p.716). Portanto, o desenvolvimento e expansão das nanotecnologias trazem à tona a importante questão dos riscos, de modo que o Sistema do Direito deverá intervir de modo a promover uma (auto)regulação apta a esta nova complexidade, minimizando os possíveis danos. Com base em uma regulação adequada, poderá ser efetivada a gestão do risco no que tange ao nanowaste, levando em consideração a urgência que tal aspecto demanda, face a produção e consumo acelerado, tendo como consequência o maior descarte de resíduos nanotecnológicos no meio ambiente. A fim de contextualizar a questão das nanotecnologias no cenário de risco, importante apresentar algumas das principais teorias sobre o risco, expondo sua evolução histórica, social e suas principais contribuições.

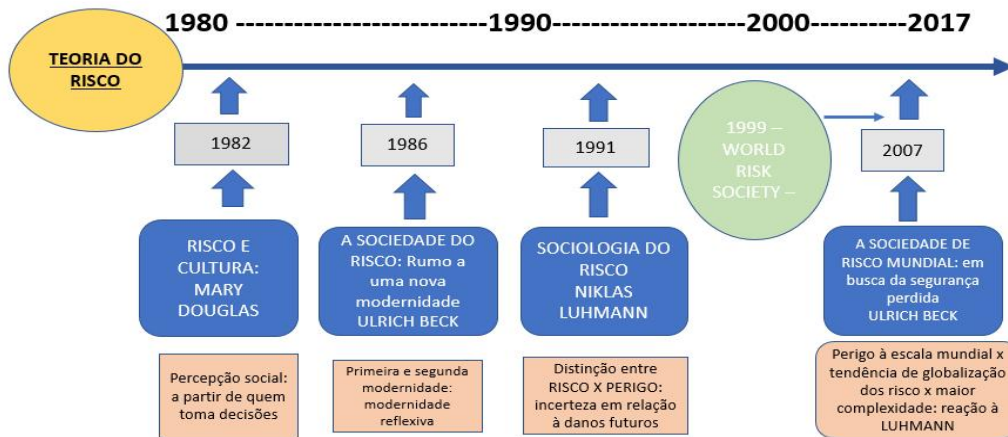
3 DESVELANDO A EVOLUÇÃO DAS TEORIAS DO RISCO

O contexto de risco fora apresentado ao longo do primeiro ponto exposto desta investigação, demonstrado em diversas pesquisas sobre nanotecnologias e *nanowaste*. Entretanto, a fim de dar maior substância ao cenário de risco na era nanotecnológica, importante aprofundar-se nas teorias que abarcam este tópico, acompanhando a evolução teórica com o surgimento de novas demandas e ameaças na sociedade, como o desenvolvimento tecnológico. As teorias sobre o risco apresentam análises diversas, expostas em uma evolução temporal, adequando-se ao momento em que foi elaborada, o que acaba implicando nas relevâncias sociais e ambientais daquele lapso de tempo. Tendo em vista a época em que publicada sua teoria, apresenta-se uma perspectiva diferente, dando maior ênfase à certas circunstâncias originárias de constatações daquele momento histórico, e com base nos elementos científicos da época, bem como através de sua percepção particular.

Por esta razão, observar-se-á a seguir a linha temporal da Teoria do Risco na perspectiva da evolução temporal, histórica e social, relacionando os principais autores e obras respectivas, conforme a Figura 01 (LEAL, 2017, p.116):

Figura 01 – Linha Temporal da Teoria do Risco na Perspectiva da Evolução Temporal, Histórica e Social

A TEORIA DO RISCO NA PERSPECTIVA DE EVOLUÇÃO TEMPORAL, HISTÓRICA E SOCIAL



A primeira obra da linha temporal, *Risco e Cultura*, de Douglas e Wildavsky (2012), realizada há mais de 30 anos atrás, já demonstrava uma crescente dúvida e preocupação em relação às novas tecnologias e seu impacto. Consta-se uma teoria cultural do risco, a qual sustenta que diferentes grupos, tendo de um lado instituições hierárquicas e do governo (que ocupam o centro), “[...] predispostas a aceitar o risco como condição de progresso [...]”; em contrapartida, “[...] os grupos de ambientalistas e opositores da energia nuclear (por exemplo) tendem a ser extremamente avessos ao risco, inclinados a ver o desenvolvimento material como uma ameaça global”(DOUGLAS, WILDAVSKY,2012, p.04). Nesta obra percebe-se a inclinação dada à percepção cultural do risco, questionando as notícias e informações recebidas sobre o risco, de maneira que se apresentasse como uma *seleção* do que seria risco ou não, tendo origem então na avaliação de determinada autoridade incumbida desta função, definir riscos, potencializações através da mídia, de empresas ou do governo. Duvida-se da relação de confiança entre governo, e demais instituições (DOUGLAS, WILDAVSKY,2012).

Luhmann (2006), em passagem de sua obra *Sociología del riesgo*, discorre sobre o entendimento de Douglas e Wildavsky(2012):

Tanto los antropólogos culturales como los antropólogos sociales, así como los politólogos, han señalado - indudablemente con razón - que la evaluación del riesgo y la disposición a aceptarlo no es sólo un problema psíquico sino, sobre todo, un problema social. Uno se comporta tal como lo esperan los grupos de referencia relevantes, o tal como uno ha sido socializado (sea de acuerdo con la opinión comúnmente aceptada o contra ella)(LUHMANN, 2006, p.46)

Partindo para o entendimento de Beck (2010), na sua obra de 1986, *Sociedade de risco*, apresenta uma teoria baseada em distinções da modernidade, num momento pós-

industrial descrevendo uma modernidade reflexiva (também denominada pelo autor como segunda modernidade) que seria a fase de radicalização dos princípios da modernidade. Enquanto a primeira modernidade caracterizou-se pela confiança no progresso e controlabilidade do desenvolvimento científico-tecnológico, pela procura de pleno emprego e pelo controle da natureza, a modernidade reflexiva é uma fase na qual o desenvolvimento da ciência e da técnica não pode dar conta da predição e controle dos riscos que ele contribuirá para criar (GUIVANT, 2001).

Fundamentada no desenvolvimento da sociedade industrial, analisando uma nova sociedade, imbuída em risco inerente às transformações sociais ocorridas àquela época, dadas as catástrofes históricas, como guerras mundiais, *Chernobyl*, ameaças nucleares. Busca explicar a avaliação de *perigos*, onde todos dependem de instrumentos de medição e teorias, bem como entender sobre o próprio *desconhecimento*. Verificava-se a oposição entre a sociedade e natureza, com o propósito de controlar e ignorar a natureza (BECK, 2010).

Posteriormente, a lição de 1986 foi revisada com a publicação do *World Risk Society* (BECK, 2003), em 1999, apresentando novos cenários, avaliando de outra forma a percepção do risco, que poderia de certa forma complementar a perspectiva de Douglas e Wildavsky (2012). Ou seja, a confluência entre a perspectiva realista e a construtivista (de Douglas e Wildavsky) estaria no cerne da teoria da sociedade global de riscos (GUIVANT, 2001). Da posição realista, Beck (2010) resgata o reconhecimento de que o conhecimento científico pode identificar e demonstrar que as consequências e os perigos da produção industrial desenvolvida seriam agora globais, exigindo políticas a serem formuladas por instituições transnacionais. Mas a perspectiva construtivista seria chave para respostas à questões acerca de como, por exemplo se produz a auto-evidência segundo a qual os riscos são reais, e sobre quais atores, instituições, estratégias e recursos são decisivos para sua fabricação. Isto é, os riscos existem e não são meramente uma construção social, mas a sua transformação depende de como são percebidos socialmente (GUIVANT, 2001). 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 Beck(2010). 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 este aspecto, 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).

Ademais, defende Beck (2003, p.76) que o mundo de incerteza não quantificáveis, criados por nós mesmos, pode-se expandir muito, seguindo o ritmo do desenvolvimento tecnológico, inclusive referindo as nanotecnologias neste contexto. Afirma por fim que as decisões tomadas no passado, como por exemplo, quanto à energia nuclear e as atuais, tecnologia da informação, como sobre a engenharia e exploração de engenharia genética, nanotecnologia e assim por diante, são um despertar para consequências imprevisíveis, incontroláveis e mesmo incomunicável, que ameaçam a vida em nosso planeta.

A última obra de Beck (2015), de 2007, *A Sociedade de Risco Mundial: em Busca da Segurança Perdida*, retoma as discussões acerca da nova complexidade apresentada na sociedade, desta vez numa percepção globalizada de riscos, dadas as tecnologias, fomentado pelas diversas publicações mais recentes de especialistas. Contudo, a obra que mais lhe instigou a elaborar a nova obra foi a *Sociologia do Risco*, de Luhmann (BECK, 2015, prefácio).

Avança o debate nas alterações climáticas, ainda observando a percepção do risco através do processo de modernização à decisão, insegurança e probabilidade, e ainda ressalta a semântica do risco em respeito a *perigos* futuros tematizados no presente, onde a “[...] semântica do risco diz respeito a perigos futuros tematizados no presente” (BECK, 2015, posição 162), apresentando-se na oportunidade e perigo.

Chega a afirmar que a dramatização do risco, onde verdades relativas dominam o mesmo, afetaria sobremaneira as ciências naturais, e cita as nanotecnologias, que o futuro ainda inexistente, ameaçaria restringir a liberdade de investigação (BECK, 2015). Comenta ainda a possibilidade de cálculo de risco, unindo diversas ciências e técnicas, como se fosse previsível, o que novamente, poderia parecer uma confusão entre perigo.

Levando em consideração tamanha importância das lições de Beck(2010) e Luhmann(2006), Ost (1999) - em seu livro *O Tempo do Direito* - ressalta tais obras, bem como explica três fases do risco na história, onde a primeira fase trata-se do risco como o acontecimento inesperado, exterior e imprevisível, faz parte do destino e é individual, mencionando a previdência; “[...] a segunda fase da história do risco vê a emergência da noção da prevenção”(OST, 1999, p. 344), numa atitude coletiva, racional, destinando-se

a reduzir a probabilidade de ocorrência e gravidade do risco, e por fim, a terceira fase, a qual abarcaria o cenário atual da sociedade:

Hoje, contudo, esse sonho parece afastar-se e entramos numa terceira fase da história do risco - a do risco enorme (catastrófico), irreversível, pouco ou nada previsível, que frustra as nossas capacidades de prevenção e de domínio, trazendo desta vez a incerteza no coração dos nossos saberes e dos nossos poderes. É essa secundaridade, essa incerteza ao quadrado que afecta de forma reflexa a nossa própria acção, que caracteriza a nova era do risco, submetendo a nossa apreensão do futuro a um desafio sem precedentes. Luhmann e Beck, dois teóricos da sociedade do risco, convergem nesse ponto: enquanto o perigo vem de alguma forma do exterior, o risco é um produto derivado, um efeito perverso ou secundário (na acepção dos efeitos secundários indesejáveis dos medicamentos) das nossas próprias ações (OST, 1999, p.345).

Sob outro prisma, Ost (1999) ainda defende a simultaneidade global e transgeracional dos riscos, devendo o conhecimento científico definir o aceitável ou não, e de uma incerteza reflexiva, oriunda das opções tecnológicas, modelos científicos e juízos normativos (OST, 1999, p. 345). Possível assim atrelar a posição de Ost (1999) e o cenário do risco das nanotecnologias, tendo em vista que as decisões atualmente tomadas se inserem nas incertezas reflexivas, pois a ameaça vem das nanotecnologias engenheiradas (e não de ação da natureza), são ações baseadas na opção por determinada tecnologia, num modelo pelos gestores tomado como aceitável.

Por fim, traz-se à tona Luhmann (2006), que mesmo temporalmente anterior à última lição de Beck (2010), parece trazer uma visão mais clara do risco, realizando uma distinção entre então o risco e perigo, o que para as nanotecnologias poderia ser mais apropriado. Em sua obra *Sociología del Riesgo*, observa-se primeiramente a constatação de equívoco das discussões normais do risco:

Adicionalmente a las discusiones normales sobre cálculo, percepción, evaluación y aceptación de riesgos aparece ahora el problema de la selección de riesgos para ser o no considerados. Y nuevamente la investigación disciplinaria específica puede descubrir que no se trata aquí de una casualidad: existen determinados factores sociales que guían el proceso de selección (LUHMANN, 2006, p.46).

Na sequência de sua formulação, introduz sobre os danos futuros, face as incertezas existentes, mas que os atos decisórios do presente refletirão no futuro. Ademais, importante para sua conceituação de risco que o dano potencial é algo de contingente, sendo possíveis observação com diferentes perspectivas, sobre se ou não tomada uma decisão com a plena aceitação de risco:

Por una parte, pueden o no ocurrir danos en el futuro. Considerado desde el presente, el futuro se presenta como algo incierto, mientras que es un hecho ahora que los futuros presentes serán determinados de manera deseable o indeseable. Lo único que sucede es que no puede saberse en este momento todavía cómo. Podemos, sin embargo, saber ahora que nosotros mismos u otros observadores sabrán en el futuro presente cuál es el caso y que juzgarán sobre éste de otro modo a como lo hacemos en el presente, aunque posiblemente no de manera unánime. Por otra parte, y además, lo que en un futuro pueda suceder depende de la decisión que se tome en el presente. Pues, en efecto, hablamos de riesgo únicamente cuando ha de tomarse una decisión sin la cual podría ocurrir un daño. El hecho de que quien tome la decisión perciba el riesgo como consecuencia de su decisión o de que sean otros los que se lo atribuyen no es algo esencial al concepto (aunque sí se trata de una cuestión de definición). Tampoco importa en qué momento ocurre el daño, es decir, en el momento de la decisión o después. Lo importante para el concepto, tal y como aquí lo proponemos, es exclusivamente que el posible daño sea algo contingente; esto es, evitable. Y también en relación a este punto son posibles diferentes perspectivas de observación, cada una con diferentes opiniones acerca de si ha de tomarse o no una decisión con la plena aceptación del riesgo (LUHMANN, 2006, p.59-60).

Para Luhmann(2006), a distinção entre risco e perigo significa que existe uma incerteza em relação a danos futuros. Pode-se considerar que o potencial é uma consequência da decisão, e, então falamos de risco e, mais precisamente, do risco da decisão. Ou bem se entende que o potencial dano é causado externamente, ou seja, é atribuído ao meio ambiente, e, neste caso, falamos de perigo. Deste modo, o risco está associado à decisão, expectativa, probabilidade de coisas que ocorrerão no futuro, é uma comunicação voltada ao futuro.

Já perigo é a perspectiva da vítima, de quem não tinha o poder de decisão (de quem recebe a carga de risco sem decidir sobre aquilo). Menciona ainda que acredita que os riscos são atribuídos às decisões, enquanto que os perigos estão sujeitos à atribuição externa e que quando se trata de perigo, a sociedade é exposta a um problema que não foi causado pela pessoa que recebe o dano (LUHMANN, 2006).

Segundo Luhmann (2006, p.71-72):

[...] la distinción entre riesgo y peligro se haga depender de atribuciones no significa de ninguna manera que queda al arbitrio del observador classificar algo como riesgo o como peligro. Ya hemos mencionado algunos casos limite, sobre tod el de que no hay al presente ningún critério reconcoble para una decisión diferenciable o, por lo menos, no hay critérios que tengan que ver con una probabilidad diversa de ventajas y posibles daños.

Portanto, através de uma análise entre todas as teorias que estudam o risco, verificaram-se diversas percepções quanto ao risco, de maneira que a formulação que

mais adapta às nanotecnologias é a de Luhmann (2006), pois bem difere perigo e risco, e introduz a noção de dano futuro. Não se pretende nesta investigação exaurir o risco, até mesmo porque dada a complexidade das nanotecnologias, esta incerteza sempre estará presente. Da mesma forma, as tecnologias que se desenvolverão depois das nanos, também tratarão do risco da mesma maneira. A complexidade traz a incerteza. O risco relaciona-se ao desconhecimento dos efeitos futuros na vida humana e meio ambiente. Portanto, a alternativa é manejar esta condição, lidar com o risco (e não tentar extirpá-lo) de maneira a tentar minimizar possíveis danos futuros (LEAL, 2017, p.126).

Ao passo que se vislumbra a evolução das teorias do risco para dar conta das novas tecnologias, a adequação do Sistema do Direito por meio da flexibilização regulatória também se faz necessária. Neste sentido, importante apresentar outras alternativas regulatórias, pois a lei em sentido formal e estanque não dariam conta da dinamicidade e complexidade da era nanotecnológica, exigindo muito mais do Direito. Desta maneira, através da adoção de autorregulações, protocolos ou instrumentos com potencial regulatório seria viável uma gestão do risco mais efetiva e adequada ao nanowaste.

4 ALTERNATIVAS REGULATÓRIAS PARA GESTÃO DOS RISCOS DO NANOWASTE

Inexiste no momento qualquer legislação específica sobre resíduos nanotecnológicos e destinação final adequada. Mesmo que fosse elaborada uma norma originária do Poder Estatal, ela apresentaria eficácia dada a dinâmica e complexidade das nanotecnologias? Acredita-se que não, pois o lapso temporal entre a elaboração de projeto de lei, promulgação da norma, e vigência, seria grande, e tratando-se da rapidez das descobertas científicas desta nova tecnologia, provavelmente no momento de aplicação da lei, esta já estaria obsoleta. O movimento da nanotecnologia é muito rápido, as descobertas sobre elas são diárias, e o que hoje pode ser utilizado como constatação sobre algum aspecto específico dela (como análise de risco ou comportamento de material), em momento curto posterior já não mais pode se confirmar (LEAL, 2017, p.142). Contrariando a inércia estatal, existem outros inúmeros instrumentos com potencial para regulação, de organismos internacionais, tanto governamentais como privados, que auxiliariam no fornecimento de protocolos e regulações específicas. Tais documentos são fruto de extensos e profundos estudos relacionados à nanotecnologia, segurança e nanoresíduos.

Inevitável o questionamento acerca da destinação final dos nanomateriais, ante o risco e (potencial) dano futuro ao meio ambiente e vida humana. Tendo em vista que não

se encontra regulação específica no cenário brasileiro, tampouco são tomadas medidas acautelatórias, como não buscar uma alternativa regulatória para as nanotecnologias e seu lixo, o *nanowaste*. Esta é a missão do Direito, que precisa inserir-se no contexto de risco e lacuna estatal e legislativa, procurando um meio autorregulatório apropriado para o cenário, provendo respostas aptas a esta nova realidade (LEAL, 2017 p.142). Necessário buscar alternativa à lacuna legislativa das nanotecnologias, vivenciado hoje nacionalmente e até mesmo em nível internacional. Ficar inerte, aguardando o dano se concretizar para tomar qualquer medida, não se mostra adequado e pertinente no cenário de complexidades enfrentado nesta relação entre sociedade, meio ambiente e as nanotecnologias. Desejável que se tome o caminho inverso ordinariamente adotado no Sistema do Direito (quando se fala em preenchimento do suporte fático e previsão legal), vislumbrando adoção de uma (auto)regulação apta, atualizada e adequada às demandas e dinamicidade das nanotecnologias e suas características, antes mesmo de se ter certeza científica quanto seu risco ou não ao ecossistema (LEAL, 2017, p.143).

As diretrizes, protocolos ou normativas internas de agências (auto)regulatórias ao redor do mundo já elaboram uma comunicação com outros sistemas, como o social, econômico, da ciência e até mesmo do Direito. A comunidade europeia e Estados Unidos utilizam-se de autorregulações (elaboradas por institutos de pesquisas ou organizações privadas) para guiar o desenvolvimento das nanos, sua manipulação e comércio. Observa-se que a autorregulação dentro das organizações é praticada, importando analisar se a prática está devidamente acoplada com os princípios de direito (MARTINS, 2016). Tal acoplamento faz referência com a lição de Luhmann (2006), já citado anteriormente em sua Teoria do risco. Desta maneira, a autorregulação vem se mostrando atual, efetiva e adequada ao contexto das nanotecnologias e a necessária adoção de regulação específica:

O objeto deste estudo, a destinação final adequada do *nanowaste*, demanda uma análise interdisciplinar, envolvendo o mundo jurídico e outras áreas da ciência, apropriando-se de pesquisas específicas sobre nano, para então buscar alternativas adequadas a este contexto de risco. O trabalho é árduo, principalmente se for tomado em conta que o Direito ainda caminha no sentido do positivismo fechado (ROCHA, 2007, p.181)

Por outro lado, encontram-se autores que defendem uma espécie de regulação transnacional ou global para as nanos, pois de fato se utilizam modelos internacionais de agências reguladoras neste contexto de regulação. Conforme observa-se no artigo intitulado *Transnational Models for Regulation of Nanotechnology*, o Direito e a lei vêm

brigando pelo espaço já delineado de autorregulações, adotadas pelas indústrias, principalmente pela questão do risco. O marco regulatório é necessário; assim migra-se para um modelo transnacional e afirma-se a adoção de regulações internacionais, de agências reguladoras, que já vem fazendo *as vezes* da lei estatal (MARCHANT, SYLVESTER, 2006).

Tem-se assim a fragilização do Estado - em suas diversas expressões, quando perde a concorrência para outros setores, como semi-públicos, privados, marginais, nacionais, locais, regionais, internacionais, sendo que a crise funcional do mesmo afeta a centralidade e a exclusividade do seu poder. Ademais, relaciona-se à fragmentação do espaço de decisão estatal que passa a ser compartilhado com outros atores, acima mencionados (MORAIS, 2005). É neste viés que se sustenta a atual demanda da era nanotecnológica, que fomenta a adoção de institutos com potencial autorregulatório, a fim de elaborar a efetiva gestão do risco dos nanomateriais e seu descarte final.

Cada vez mais necessita-se de uma comunicação, entre Estados e sistemas diversos, com a finalidade de buscar instrumentos regulatórios aptos a resolver a complexidade das nanotecnologias. Este tema envolve não só o estado brasileiro, mas abarca a preocupação com o tema da regulação das nanos, que tem reflexo no cenário internacional (LEAL, 2017, p.279).

Presencia-se um movimento de aproximação global no que se refere à regulação das nanos, fomentando a multidisciplinaridade, fundando um quadro regulatório multidisciplinar, aproximando diversas ciências e o Direito, principalmente no debate do *nanowast* (CASSOTA, 2012, p.218-219). Com esta preocupação, a regulação é enfrentada por outros atores que não o Estado, fortalecendo a autorregulação:

Como consequência das tendências políticas e tecnológicas globais, atores não estatais (por exemplo, indústria, organizações e redes internacionais, e Organizações não-governamentais) desempenharão papel cada vez mais importante no desenvolvimento de novas tecnologias como a nanotecnologia e devem ser abordados em qualquer acordo internacional. [...]. Por causa da facilidade com que as informações podem ser distribuídas e compartilhadas, é muito mais difícil de controlar e regular a informação do que outros bens em muitos contextos. Qualquer acordo internacional deve ter incorporado com flexibilidade para evoluir, dado o ritmo acelerado das mudanças tecnológicas esperadas para a nanotecnologia. (tradução nossa) (MARCHANT, SYLVESTER, 2006, p.722):

Assim, observa-se a existência de instrumentos com potencial regulatório internacionais que auxiliariam tanto no resguardo do meio ambiente quanto na produção e desenvolvimento de nanoproductos, principalmente sua utilização e posterior descarte ao final de vida útil. Esses mecanismos servem de diretrizes, protocolos ou regulamentos internos que podem ser tomados como marcos regulatórios, que de fato supririam (mesmo que momentaneamente) a inércia estatal em regular as nanotecnologias. Este movimento autorregulatório efetua uma comunicação entre sistemas diversos, sendo inevitável tal interação no cenário das nanotecnologias, que neste sentido propõe ainda a interdisciplinaridade. Seriam sistemas diferentes trabalhando em sintonia, unindo esforços onde é possível a consonância de informações e estudos (LEAL, 2017, p.148).

Existem novos modelos regulatórios, em nível internacional, que devem ser levados em consideração como modelo transnacional para as nanotecnologias. Podem até mesmo não se encaixarem perfeitamente em todas as demandas nanotecnológicas, mas que certamente auxiliam na tomada de decisões em casos de extrema complexidade, demandando compromissos internacionais, como neste caso (MARCHANT, SYLVESTER, 2006).

Mesmo havendo pontos de inconsistências na autorregulação, uma vez que a adoção depende da vontade própria da organização, ela é uma alternativa viável. No caso da autorregulação do *nanowaste*, vê-se como viável a adoção do protocolo da OECD (2016), pois baseia-se em critérios científicos, oriundos de pesquisa específica sobre resíduos nanotecnológicos, e que não iriam colidir com interesses maiores como meio ambiente e saúde humana, pelo contrário. Adotando estas diretrizes, fomentaria-se o desenvolvimento responsável das nanotecnologias, promovendo uma verdadeira gestão do risco, administrando adequadamente a destinação final do *nanowaste*. A adoção do protocolo, não só pelas agências, mas pelo Estado, dar-se-ia através da validação feita pelo mesmo. E no caso de dissonâncias ou na observação de interesses contrários ao bem-estar humano, poderia o Estado regulamentar o instrumento então, já adotado, como forma de metarregulação (LEAL, 2017, p.279). De outro modo, existem diversas organizações internacionais que já estão produzindo regulações e diretrizes aptas à era nanotecnológica, fazendo o papel que o Sistema do Direito detém. É possível elencar diversos organismos que desenvolvem pesquisas específicas de segurança e análise de risco dos nanomateriais. São encontradas nos EUA, Europa, Ásia, e na América Latina. Não se pretende esgotar a apresentação dos mesmos, mas citam-se apenas alguns deles.

Portanto, a avaliação e standardização é feita inúmeras organizações, em diversos países, trazendo maiores recursos de análise de risco, caracterização, definição,

mensuração, e categorizando nanomateriais, bem como elencando produtos que contém nanotecnologia. Tal trabalho é muito importante em ordem de garantir uma implementação efetiva de nanorregulação e particularmente do *nanowaste* (CASSOTA, 2012). Por fim, como o objeto deste estudo é a gestão do risco na destinação adequada do *nanowaste*, urge que se apresente aquele organismo que tem papel fundamental na área, sendo este a OECD. Tal instituição realizou estudo específico sobre o comportamento dos resíduos nanotecnológicos com o meio ambiente, através dos tratamentos disponíveis de lixo, apresentando um resultado final acerca dos riscos. A organização internacional da OECD tem papel de destaque em nível global nas pesquisas e elaboração de instrumentos com potencial autorregulatório na área das nanotecnologias, principalmente no *nanowaste* e destinação final (OECD, 2016).

5 CONCLUSÃO

Presencia-se uma sociedade pós-moderna, desenvolvendo a era nanotecnológica, proporcionando um avanço benéfico à humanidade jamais visto. Contudo, verifica-se em paralelo o potencial risco. É possível constatar no mercado atual milhares de novos nanoprodutos, dos quais os efeitos ainda não foram detectados na vida humana ou meio ambiente. Com o crescente produção e consumo, eleva-se conseqüentemente o descarte de resíduos nanotecnológicos no meio ambiente, sem qualquer medida precaucional que o risco e incerteza científica requerem. O *nanowaste* é uma nova preocupação, tendo em vista que o final de vida dos nanomateriais podem acarretar maiores prejuízos ao ecossistema, face a inadequação do descarte e particulares vias de contato com meio ambiente e acumulação.

Importante assim contextualizar e apresentar pesquisas que demonstram o risco enfrentado, verificando ainda a evolução das Teorias do Risco e quais suas contribuições para buscar uma verdadeira gestão do *nanowaste*. Neste ínterim, não há qualquer regulação que possa guiar a utilização das nanotecnologias, desconsiderando alguns riscos apresentados em pesquisas, o que deixa a sociedade totalmente descoberta e vulnerável aos possíveis danos que esta nova tecnologia poderá causar às gerações futuras, dispensando qualquer atitude precaucional, inerente a este cenário.

Ademais, tendo em vista que se presencia uma série de novos direitos e demandas originárias da complexidade da era nanotecnológica, o Sistema do Direito acaba tendo de responder às demandas antes sequer imaginadas, a qual na conjuntura atual, não está apta a dar suporte. Possível utilizar-se de outras fontes estranhas ao Direito (principalmente ao Direito brasileiro), como protocolos da OECD, NIH, NanoReg, FDA, dentre tantas

outras, que possuem diretrizes e pesquisas específicas na área. É preciso do Direito uma postura mais flexível, que fomente a adoção de medidas aptas a produzir respostas adequadas a esta nova cena e complexidade. Reconhecendo a produção de diretrizes e instrumentos com potencial regulatório fora do Sistema do Direito, validando tais regulações – aqui em especial os instrumentos com potencial regulatório da OECD- a partir do conhecimento da meta e autorregulação, será viável efetivar uma gestão do risco apta às demandas particulares do nanowaste e das nanotecnologias de modo em geral. Observa-se então a importância da autorregulação, reconhecida por diversas organizações internacionais que já promovem a elaboração de instrumentos com potencial regulatório, exigindo do Sistema do Direito uma proposta de alternativa regulatória, que dê conta desta nova realidade e suporte os problemas oriundos dos resíduos nanotecnológicos, promovendo assim uma verdadeira gestão do risco. De outro modo, respeita-se a precaução e conjuntura de risco imposta neste contexto, fomentando a (auto)regulação para a era nanotecnológica, a fim de preservar as futuras gerações e meio ambiente.

REFERÊNCIAS

- BECK, Ulrich. **Sociedade de risco mundial**: em busca da segurança perdida. Tradução: Marian Toldy e Teresa Toldy. 1. ed. Lisboa: Edições 70, 2015. Documento disponível para Kindle.
- BECK, Ulrich. **Sociedade de risco**: rumo a uma outra modernidade. Tradução Sebastião Nascimento. São Paulo: Ed. 34, 2010.
- BECK, Ulrich. **Un mondo a rischio**. Traduzione di Laura Castoldi. Torino: Giulio Einaudi, 2003.
- BRITTO, Roberta Socoowski et al. Effects of carbon nanomaterials fullerene C60 and fullerol C60 (OH) 18-22 on gills of fish *Cyprinus carpio* (Cyprinidae) exposed to ultraviolet radiation. *Aquatic Toxicology*, Amsterdam, v. 114-115, June 2012. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0166445X12000689>>. Acesso em: 28 jun. 2018.
- CASSOTA, Sandra. Extended producer responsibility in waste regulations in a multilevel global approach: nanotechnology as a case study. **European Energy and Environmental Law Review**, [S.l.], v. 21, n. 5, Oct. 2012. Disponível em: <<http://heinonline.org/HOL/LandingPage?handle=hein.kluwer/eelr0021&div=28&id=&page=>>>. Acesso em: 28 jun. 2018.
- CAVE, Holly. Nano: a cleaner option? Could nanotechnology tidy up the planet without leaving a dangerous residue of its own?. **The Guardian**, London, Oct. 18 2013. Disponível em: <https://www.theguardian.com/what-is-nano/nano-a-cleaner-option?CMP=share_btn_link>. Acesso em: 05 jun. 2018.
- CHRISTENSEN, Frans Møller et al. **Better control of nanomaterials**: summary of the 4-year Danish initiative on nanomaterials. Copenhagen: The Danish Environmental Protection Agency, 2015. (Environment protect, n. 1797). Disponível em: <<http://www2.mst.dk/Udgiv/publications/2015/12/978-87-93352-89-6.pdf>>. Acesso em: 08 jun. 2018.

DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES; CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION (CDC); NATIONAL INSTITUTE FOR OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH (NIOSH). **Approaches to safe nanotechnology**: managing the health and safety concerns Associated with Engineered Nanomaterials. Washington: DHHS: NIOSH, Mar. 2009. (DHHS NIOSH Publication, n. 2009-125). Disponível em: <<https://www.cdc.gov/niosh/docs/2016-102/pdfs/2016-102.pdf>>. Acesso em: 08 mai 2018.

DIMKPA, Christian O. Can nanotechnology deliver the promised benefits without negatively impacting soil microbial life?. **Journal of Basic Microbiology**, Berlin, v. 54, n. 9, p. 889, Sept. 2014. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24913194>>. Acesso em: 03 jun. 2018.

DOUGLAS, Mary; WILDAVSKY, Aaron. **Risco e cultura**: um ensaio sobre a seleção dos riscos tecnológicos e ambientais. Tradutora Cristiana de Assis Serra. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

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. (Org.) **Constitucionalismo democrático na América Latina**: desafios do século XXI. Curitiba: Multideia, 2015.

FERRARI, Vincenzo. Primera Lección de Sociología del derecho. Tradução de Héctor Fix-Fierro. México:Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones Jurídicas. 2015

FEYNMAN, Richard P. Há mais espaços lá embaixo: um convite para penetrar em um novo campo da Física. Texto traduzido por Roberto Belisário e Elizabeth Gigliotti de Sousa. **ComCiência**: Revista Eletrônica de Jornalismo Científico, Campinas, 10 nov. 2002. Disponível em: <<http://www.comciencia.br/reportagens/nanotecnologia/nano19.htm>>. Acesso em: 08 jun. 2018.

GUIVANT, Julia S. A teoria da sociedade de risco de Ulrich Beck: entre o diagnóstico e a profecia. **Estudos Sociedade e Agricultura**, Rio de Janeiro, n. 16, abr. 2001. Disponível em: <1.ufrj.br/esa/V2/ojs/index.php/esa/article/download/188/184>. Acesso em: 26 jul. 2017.

HOHENDORFF, Raquel von. Revolução nanotecnológica, riscos e reflexos no direito: os aportes necessários da Transdisciplinaridade. In: ENGELMANN, Wilson; WITTMANN, Cristian (Org.). **Direitos humanos e novas tecnologias**. Jundiaí: Paco Editorial, 2015.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO). **ISO/TC 229**: nanotechnologies. Geneva, 2005. Disponível em: <http://www.iso.org/iso/iso_technical_committee?commid=381983>. Acesso em: 07 abr. 2018.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO). **ISO/TS 27687**: 2008: nanotechnologies: terminology and definitions for nano-objects: nanoparticle, nanofibre and nanoplate. Geneva, 2008. Disponível em: <<https://www.iso.org/standard/44278.html>>. Acesso em: 07 abr. 2018.

INTRODUCTION. **Nanotechnology Products Database (NPD)**. [S.l.], 2018. Disponível em: <<http://product.statnano.com/>>. Acesso em: 24 jun. 2018.

LEAL, Daniele Weber S. **A autorregulação da destinação final dos resíduos nanotecnológicos**: a possibilidade de utilização do protocolo da OECD e do pluralismo jurídico (Teubner) para Gestão do Risco do Nanowaste. 2017. f. 279. Dissertação (Mestrado em Direito) - Programa de Pós-Graduação

em Direito, Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS), São Leopoldo, 2017. Disponível em: <<http://www.repositorio.jesuita.org.br/handle/UNISINOS/6755>>. Acesso em: 25 jun. 2018.

LUHMANN, Niklas. **Sociologia del riesgo**. Tradução de Silvia Pappé, Brunhilde Erker e Luis Felipe Segura. México: Ed. Universidad Iberoamericana, 2006.

MARCHANT, Gary E; SYLVESTER, Douglas J. Transnational models for regulation of nanotechnology. **The Journal of Law, Medicine & Ethics**, Boston, v. 34, n. 4, 2006. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1748-720X.2006.00091.x/abstract>>. Acesso em: 25 jun. 2018.

MARTINS, Patrícia Santos. **O sistema de normas ISO e as nanotecnologias**: as interfaces regulatórias e o diálogo entre as fontes do Direito. 2016. Dissertação (Mestrado em Direito) - Programa de Pós-Graduação em Direito, Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS), São Leopoldo, 2016. Disponível em: <<http://www.repositorio.jesuita.org.br/handle/UNISINOS/6206>>. Acesso em: 13 jun. 2018.

MORAIS, José Luis Bolzan de. As crises do estado. In: MORAIS, José Luis Bolzan de (Org.). **O estado e suas crises**. Porto Alegre: Livraria do Advogado, 2005.

MRAZ, Stephen J. Nanowaste: the next big threat?. **Machine Design**, Cleveland, v. 77, n. 22, p. 46, Nov. 17 2005. Disponível em: <<http://connection.ebscohost.com/c/articles/18901546/nanowaste-next-big-threat>>. Acesso em: 05 jun. 2018.

NATIONAL INSTITUTES OF HEALTH (NIH). **Nanotechnology at the national institutes of health**. Maryland, [2007?]. p. 2. Disponível em: <<https://www.nih.gov/sites/default/files/research-training/nanotechnology-new-understanding-capabilities-approaches-improving-health.pdf>>. Acesso em: 29 jul. 2017.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD). **Nanomaterials in waste streams**: current knowledge on risks and impacts. Paris, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1787/9789264249752-en>>. Acesso em: 24 jun. 2018

OST, François. **O tempo do direito**. Tradução: Maria Fernanda Oliveira. Lisboa: Instituto Piaget, 1999.

PART, Florian et al. Current limitations and challenges in nanowaste detection, characterisation and monitoring. **Waste Management**, New York, n. 43, p. 407, Sept. 2015. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26117420>>. Acesso em: 05 jun. 2018.

PORTO BORGES, Isabel Cristina; GOMES, Tais Ferraz; ENGELMANN, Wilson. **Responsabilidade civil e nanotecnologias**. 1. ed. São Paulo: Atlas, 2014.

ROCHA, Leonel Severo. Sistema do direito e transdisciplinaridade: de Pontes de Miranda à Autopoiese. In: SANTOS, André Leonardo Copetti; STRECK, Lenio Luiz; ROCHA, Leonel Severo (Org.). **Constituição, sistemas sociais e hermenêutica**: anuário do Programa de Pós-Graduação em Direito da UNISINOS: mestrado e doutorado: anuário 2006: n. 3. Porto Alegre: Livraria do Advogado; São Leopoldo: Ed. UNISINOS, 2007.

SCHWAB, K. **A quarta revolução industrial**. Tradutor Daniel Moreira Miranda. Edipro, São Paulo, 2016.