

**XXV CONGRESSO DO CONPEDI -
CURITIBA**

DIREITO E SUSTENTABILIDADE I

JOSÉ QUERINO TAVARES NETO

Todos os direitos reservados e protegidos.

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

Diretoria – CONPEDI

Presidente - Prof. Dr. Raymundo Juliano Feitosa – UNICAP

Vice-presidente Sul - Prof. Dr. Ingo Wolfgang Sarlet – PUC - RS

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

Vice-presidente Nordeste - Profa. Dra. Maria dos Remédios Fontes Silva – UFRN

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

Secretário Executivo - Prof. Dr. Orides Mezzaroba – UFSC

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

Representante Discente – Doutoranda Vivian de Almeida Gregori Torres – USP

Conselho Fiscal:

Prof. Msc. Caio Augusto Souza Lara – ESDH

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

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

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

Prof. Dr. Fernando Antonio de Carvalho Dantas – UFG (suplente)

Secretarias:

Relações Institucionais – Ministro José Barroso Filho – IDP

Prof. Dr. Liton Lanes Pilau Sobrinho – UPF

Educação Jurídica – Prof. Dr. Horácio Wanderlei Rodrigues – IMED/ABEDI

Eventos – Prof. Dr. Antônio Carlos Diniz Murta – FUMEC

Prof. Dr. Jose Luiz Quadros de Magalhaes – UFMG

Profa. Dra. Monica Herman Salem Caggiano – USP

Prof. Dr. Valter Moura do Carmo – UNIMAR

Profa. Dra. Viviane Coêlho de Séllos Knoerr – UNICURITIBA

Comunicação – Prof. Dr. Matheus Felipe de Castro – UNOESC

D598

Direito e sustentabilidade I [Recurso eletrônico on-line] organização CONPEDI/UNICURITIBA;

Coordenador: José Querino Tavares Neto – Florianópolis: CONPEDI, 2016.

Inclui bibliografia

ISBN: 978-85-5505-311-5

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

Tema: CIDADANIA E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL: o papel dos atores sociais no Estado Democrático de Direito.

1. Direito – Estudo e ensino (Pós-graduação) – Brasil – Congressos. 2. Direito. 3. Sustentabilidade.

I. Congresso Nacional do CONPEDI (25. : 2016 : Curitiba, PR).

CDU: 34



XXV CONGRESSO DO CONPEDI - CURITIBA

DIREITO E SUSTENTABILIDADE I

Apresentação

A importância dialogal entre Direito e Sustentabilidade adquire cores intensas no momento recessivo e pouco animador em que encontra o período atual. De um lado, uma sociedade pouco consciente e muito menos comprometida com as futuras gerações, sobretudo nas questões ambientais; de outro, uma crise de representação que indica uma séria ameaça às conquistas obtidas pela cidadania das últimas décadas, mormente, a distribuição de renda.

Resultado da tecnologia galopante e cada vez mais embriagados numa modernidade líquida que transforma intimidade em futilidade, de fato, tem-se uma sensação de vazio efêmero.

Mais grave ainda, fruto de profundas lutas ao longo do século, os recentes avanços que relevaram o papel da sociedade XX, em especial dos Movimentos Sociais, Comunidades Tradicionais, Sociedade Civil Organizada, que estabeleceram a centralidade do tema da sustentabilidade para as perspectivas atuais e futuras, parecem na ordem do dia abduzidos de prioridade governamental, aliás, se os índices de subtração e subjugação do papel determinante da sociedade continuar nessa direção e não ocorrer uma urgente e incondicional mudança de paradigma prioritário para centralidade do binômio meio ambiente/sociedade, nem haverá perspectivas futuras.

Por isso, o Direito, enquanto instrumento regulatório que transcende as perspectivas reducionistas pela ausência de referências, e, no caso, a Sustentabilidade como instrumento essencial da nova ordem pós-nacional, evita o esgotamento das instituições em suas excentricidades. Assim, Sustentabilidade centrada nas suas próprias referências economicistas, esgota-se, e o Direito, resultado apenas de concepções elitistas e finalistas, perde o sentido.

Essa foi a grande questão que norteou as discussões teóricas e multidisciplinares dos textos apresentados no XXV Congresso do Conpedi.

De fato, pode-se perceber seu fio condutor e inquieto: a necessidade de transcendência dos conceitos restritivos e reducionistas e a ampliação de atores no processo decisório nas questões referentes ao meio ambiente e sustentabilidade como necessidade urgente.

Isso não é uma dentre outras opções, mas, sobretudo, a necessária e única forma de alguma esperança para o futuro.

Prof. Dr. José Querino Tavares Neto - UFG/PUCPR

**DIREITO PARA A ERA NANOTECNOLÓGICA: AS POSSIBILIDADES DO
CRUZAMENTO ENTRE INOVAÇÕES METODOLÓGICAS NA PESQUISA EM
DIREITO, O DESENVOLVIMENTO DE INOVAÇÕES RESPONSÁVEIS E A
AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS ÉTICOS, SOCIAIS E JURÍDICOS.**

**LAW FOR NANOTECHNOLOGY ERA: THE POSSIBILITIES WITHIN THE
CROSSING PATHS OF METHODOLOGY INNOVATIONS OF LEGAL
RESEARCH, DEVELOPMENT OF RESPONSIBLE INNOVATIONS AND
EVALUATION OF ETHICAL, SOCIAL AND LEGAL IMPACTS.**

Raquel von Hohendorff ¹
Daniele Weber da Silva ²

Resumo

desenvolvimento das nanotecnologias gera impactos éticos, sociais e jurídicos, porém é inaceitável que estes avanços sejam alicerçados em retrocessos para saúde humana e meio ambiente. O Direito que também é atingido por esta realidade de riscos e incertezas, busca soluções. Assim objetiva-se apresentar as nanotecnologias e seus riscos, os conceitos de inovações responsáveis e avaliação dos impactos éticos, sociais e jurídicos, com base no direito fundamental à informação, bem como apresentar os resultados de um estudo de campo acerca dos riscos nanotecnológicos. A metodologia utilizada foi a sistêmico-construtivista, permitindo a observação da inter-relação dos fenômenos sociais.

Palavras-chave: Nanotecnologias, Impactos, Éticos, Sociais, Jurídicos, Pesquisa

Abstract/Resumen/Résumé

The nanotechnologies development creates ethical, legal and social impacts, nevertheless, it's unacceptable to have progress embedded on retreat of human health and environment. The legal system was also stroke by a reality of risks and uncertainties, and is searching for solutions. The objective is to present the nanotechnologies and its risks, the concept of responsible innovation, and evaluate ethical, social and legal impacts, based on the fundamental right to knowledge, as well as present the results of a field study developed around the nanotechnological risks. The learning method chosen is systemic-constructivist, allowing an observation of interrelation of social phenomenon.

Keywords/Palabras-claves/Mots-clés: Nanotechnology, Impacts, Ethical, Social, Legal, Research

¹ Doutoranda e Mestre em Direito Público na Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS/RS/Brasil. Bolsista CAPES. Membro do Grupo de Pesquisa JUSNANO (CNPq)Advogada. Email: vetraq@gmail.com

² Mestranda em Direito Público na Unisinos. Membro do grupo de pesquisa JUSNANO (CNPq). Advogada. Email: weber.daniele@yahoo.com.br

1 INTRODUÇÃO

O mundo na escala nano sempre existiu como parte integrante da natureza. Mas, apenas a partir da metade para o final do Século XX, o ser humano conseguiu acessar esta ordem de grandeza, graças ao desenvolvimento de *nanoscópios*, em condições de visualizar a bilionésima parte de um metro. A incrível criatividade humana e a incansável busca por novas soluções para os problemas levou os cientistas a desenvolver condições técnicas para pesquisar nesta escala, desvendando um “mundo novo”, com possibilidades e riscos ainda em grande parte desconhecidos.

Apesar disso, a utilização industrial da escala nanométrica está avançando rapidamente, incrementando-se os produtos desenvolvidos à base da nano escala, sem que se tenha uma certeza científica sobre a segurança das nanopartículas e sem que a área jurídica tenha construído marco regulatório específico. Em grande parte, este cenário está circunscrito à busca da inovação e a necessidade de se transferir o conhecimento científico gerado nos laboratórios das Universidades e Centros de Pesquisa para o setor industrial, que transforma a pesquisa em produtos.

O tema das nanotecnologias integra a Estratégia do Programa Quadro “Horizonte 2020” da União Europeia, estabelecendo expressamente: “[...] As tecnologias facilitadoras essenciais, como, por exemplo, a indústria de ponta e de materiais avançados, a biotecnologia e as nanotecnologias, estão no cerne dos produtos inovadores: telefones inteligentes, baterias de alto rendimento, veículos ligeiros, nanomedicamentos, tecidos inteligentes e muito mais. A indústria transformadora europeia é o maior empregador, com 31 milhões de trabalhadores em toda a Europa”. (HORIZON 2020, 2016).

O desenvolvimento das nanotecnologias é importante para o Brasil, país emergente em termos de produção industrial, e que busca mercado para novos produtos, isto se a análise for do ponto de vista econômico. Já do ponto de vista de avanços na saúde, a aplicação da nanotecnologia auxiliará no incremento de novos medicamentos, sistema de aplicação de medicamentos “*drugdelivery*”, terapias medicinais, o desenvolvimento de tecidos celulares sintéticos, pesticidas que atuarão apenas em determinadas espécies vegetais, fertilizantes com atuação mais específica e imediata, entre outros benefícios. A aplicação dos avanços tecnológicos na área da nanotecnologia em processos industriais gerará ganhos econômicos, mas que não podem coexistir com riscos sociais, especialmente no tocante à saúde ambiental, incluída aí a saúde dos seres humanos, das espécies animais e vegetais.

O problema de pesquisa a ser abordado neste artigo pode ser assim definido: Uma vez que o desafio das nanotecnologias para o Direito é como a sociedade poderá colher os benefícios da produção em nano escala e, concomitantemente não sofrer os danos associados com a saúde humana e riscos ambientais que podem advir juntamente com esta tecnologia, qual a percepção de risco do cidadão leigo acerca da nanotecnologia? Uma segunda questão norteadora, que deriva dessa, busca saber: em que medida a *Responsible Research and Innovation* (RRI) conjugada com a preocupação com os *Ethical, Legal and Social Impacts* (ELSI) contribuirá para qualificar o acesso do cidadão/consumidor às informações sobre as propriedades dos nano produtos?

Como objetivos podem-se citar: apresentar o atual estado da arte acerca das nanotecnologias, seus usos e riscos; estudar o significado e a abrangência de pesquisa e desenvolvimento de inovações responsáveis (sigla em inglês RRI – *Responsible Research and Innovation*) e também da avaliação dos impactos éticos, sociais e jurídicos (sigla em inglês ELSI – *Ethical, Legal and Social Impacts*) na gestão dos riscos nanotecnológicos a partir dos eixos estruturantes desenvolvidos com base no direito fundamental à informação e do dever de informar e apresentar os resultados de um estudo de campo desenvolvido pelo grupo de pesquisa JUSNANO, por meio de entrevistas parcialmente estruturadas, que teve como meta definir os “conhecimentos” acerca das nanotecnologias no público alvo, bem como avaliar a percepção dos riscos nanotecnológicos. Trata-se de uma pesquisa de opinião pública com participantes não identificados, o que, de acordo com o parágrafo único do artigo 1º da Resolução nº 510, do Conselho Nacional de Saúde, de 07 de abril de 2016, não precisa ser registrada e nem avaliada pelo sistema CEP/CONEP.

Para desenvolver este artigo, utilizou-se a perspectiva metodológica sistêmico-constructivista, a fim de observar como as bases jurídicas poderão ser desenvolvidas e comunicadas independente da sua conexão com o Sistema da Política tradicional, ou seja, o Poder Legislativo, fomentando a comunicação inter e intra-sistêmica. O fato nanotecnológico, fenômeno que está sendo vivenciado pela sociedade neste momento histórico tem seus efeitos invisíveis e, em grande parte, ainda indeterminados – quando considerado o conjunto de técnicas, materiais e formas de utilização das nanotecnologias. Alguns testes toxicológicos, realizados com materiais específicos (como a nano prata, nano tubos de carbono e outros), já apontam para existência de riscos. Os referidos resultados, por enquanto, são apenas amostras de um mundo de possibilidades, proporcionado pelas nanotecnologias, mas eles são indicativos de que o debate sobre o tema é necessário e que esta é, sim, uma questão que deverá merecer a atenção do Sistema do Direito, a ser estudada e comunicada ao público consumidor e não-

especialista. Esse método é propício para o desenvolvimento tendente à transdisciplinaridade, que impõe dinâmica que pretende lidar com ação de vários níveis de realidade, de semânticas diversas. Para que o Sistema do Direito consiga dar conta dos desafios trazidos pelos avanços das nanotecnologias, deverá abrir-se para dois caminhos: perpassar outras áreas do conhecimento que poderão ajudá-lo a compreender a complexidade das realidades que as nanotecnologias viabilizarão e deixar ingressar as ideias vindas de outras áreas e saberes.

Assim, justificada resta a opção pelo método sistêmico, pelo qual se busca a análise da problemática proposta de forma enredada e comunicativa, ou seja, contextualizada, interrelacionada. A metodologia empregada, por isso, permite a observação da inter-relação dos fenômenos sociais, pelo fato de o método sistêmico permitir uma observação de segunda ordem. É possível observar a forma de descrição de diversos sistemas sociais e os diversos acoplamentos e ressonâncias estabelecidos entre si, observando as dinâmicas não lineares da sociedade complexa.

Como justificativa para a escolha do tema e a sua importância atual se pode destacar: uma vez que não há hoje, conhecimento disponível para definir todos os possíveis riscos associados aos nanomateriais se torna necessária e imprescindível a gestão dos riscos para que as decisões possam objetivar a redução deles.

O desenvolvimento das nanotecnologias gera impactos éticos, legais e sociais importantes, relacionados também ao princípio da precaução e informação, bem como reflexos nas relações de trabalho e no meio ambiente. Não há como se imaginar avanços científicos e tecnológicos, além de econômicos, alicerçados sobre retrocesso social em termos de saúde e de proteção. O Direito também foi atingido por esta nova realidade repleta de incertezas, colocando em xeque os tradicionais postulados jurídicos, especialmente a previsibilidade e a certeza. Assim, resta claro que, para que o Direito brasileiro não permaneça alheio e à margem da grande revolução tecnológica que está em andamento, sendo capaz de, ao menos, propor alternativas para decisões em relação às situações que já vem ocorrendo, é necessário que se utilize da transdisciplinaridade. O estudo de diferentes temas da revolução tecnocientífica que implicam em necessárias mudanças de paradigmas e da tradicional percepção do Sistema do Direito de agir apenas após o fato se torna condição *sine qua non* para que a Ciência do Direito permaneça em evolução e adequada às necessidades da sociedade. E, para isso, se faz necessária a inovação no Sistema do Direito, que deve permitir-se alçar voos metodológicos de forma a superar o seu anacronismo frente às demais ciências. A utilização de novas metodologias poderá aproximar as pesquisas jurídicas das demais pesquisas científicas e permitirá uma interação transdisciplinar, desejada e necessária no estudo das nanotecnologias.

2 AS POSSIBILIDADES DAS NANOTECNOLOGIAS: DO QUE SE TRATA? HÁ ALGO NOVO?

As nanotecnologias estão em quase todos os setores produtivos, que se encontram disponíveis na atualidade. O que está contido nesta palavra? A manipulação e a produção na escala atômica, ou seja, na bilionésima parte do metro, que equivale à notação científica 10^{-9} . De acordo com o Comitê Técnico 229 da ISO (*International Organization for Standardization*), a utilização da escala nanométrica pode ser encontrada nos seguintes setores, aqui exemplificativamente apresentados: têxteis, plásticos, embalagens para alimentos, agricultura (SUPAN, 2015) material de construção, medicamentos, diagnóstico de doença, protetores solares, medicamentos, equipamentos médicos (ABBONDANZA, 2015, p.6) e odontológicos, energia, equipamentos esportivos, equipamentos bélicos e equipamentos eletrônicos (ISO TC 229,2016).

Quanto mais larga for a utilização da nano escala na indústria, maior será a quantidade de produtos colocados à disposição do consumidor. Qual o motivo da preocupação? Por meio de equipamentos especializados, em condições de interagir com o nível atômico, se geram produtos com características físico-químicas diferentes daquelas encontradas no seu similar na escala macro. Aliado a esse aspecto, inexistente regulação específica para as nanotecnologias ao longo do ciclo de vida de um nanomaterial. As Ciências Exatas, dentre as quais se sublinha: a Engenharia, a Química, a Física, a Biologia e outras, ainda não conseguiram calibrar a metodologia para a avaliação da segurança dos produtos desenvolvidos à base da nano escala; se desconhece o número de nanopartículas já produzidas pela ação humana, as denominadas nanopartículas engenheiradas. Apesar de tudo isso, já existem muitos produtos desenvolvidos a partir da escala nano – que equivale à medida entre, aproximadamente, 1 e 100 nanômetros (nm).

Uma nova database de produtos nanotecnológicos foi criada em janeiro de 2016 e colocada online em julho deste mesmo ano. A NPD tem acesso aberto, com a missão primária de reunir, analisar e publicar informações sobre os produtos da nanotecnologia introduzidas nos mercados globais. Na página da NPD verifica-se a presença de 45 países, 632 empresas e mais de 5000 produtos que utilizam nanotecnologias ao longo de seu processo produtivo (NPD, 2016).

As propriedades incomuns de nanopartículas são principalmente baseadas em seu tamanho em nano escala e sua área de superfície. À medida que o tamanho de uma partícula

diminui e se aproxima da nano escala, muitas propriedades começam a mudar em comparação com o mesmo material no seu tamanho macro. Cita-se, como exemplo, a cor e a temperatura de fusão do ouro, as quais são muito diferentes em nano escala que em ouro convencional. Os efeitos tóxicos de materiais que se mostram como inertes na escala macro, também são muito diferentes na escala nano.

Em razão do tamanho os materiais passam a ser regidos por leis físicas muito diferentes daquelas com as quais a ciência está habituada, abrindo possibilidades de que as nanopartículas apresentem maior grau de toxicidade do que em tamanhos maiores, esta é a razão pela qual existe a necessidade de se avaliar os riscos que existem decorrentes da manipulação, desenvolvimento e aplicação destas novas tecnologias, observando a toxicidade, os métodos apropriados para testes em toxicidade, bem como os impactos na saúde humana e ambiental (HOHENDORFF, ENGELMANN, 2014. p. 26-27.)

A entrada da nanotecnologia na fabricação de objetos tem sido comparada com o advento das tecnologias anteriores que têm afetado profundamente as sociedades modernas, tais como plásticos, semicondutores e até mesmo a eletricidade. Aplicações da nanotecnologia prometem melhorias transformadoras em desempenho materiais e longevidade para a eletrônica, medicina, energia, construção, máquinas-ferramentas, agricultura, transporte, vestuário, e outras áreas (BERGER, 2016).

Como há um crescente interesse na produção de nanomateriais, deve-se considerar o potencial destes materiais como contaminantes ambientais. Assim, ainda existem inúmeras questões sem respostas, que precisam ser discutidas e refletidas, como por exemplo, quais são as principais vias de contato/interação dos nanomateriais com os biosistemas? Através de qual meio (aquático, aéreo ou terrestre) os nanomateriais penetram no ambiente? São solúveis em água? Qual é a toxicidade desses materiais frente aos biosistemas? Quais mecanismos de interação estão envolvidos? É possível remover ou remediar nanomateriais do ambiente caso ocorra algum acidente? Qual é o ciclo de vida dos produtos contendo esses materiais nanométricos?(MARTINEZ, ALVES, 2013, p.33).

Aqui surge o cenário para a nanotoxicologia. Esses fenômenos deverão ser comunicados aos consumidores. Como fazê-lo? Como transformar a linguagem técnica em comunicação compreensível? Existe alguma preocupação ética no desenvolvimento das pesquisas pelas Ciências Exatas? São questões que não estão sendo devidamente tratadas pelas empresas que produzem a partir da nano escala e vendem os seus produtos no mercado consumidor. Quanto aos riscos, eles existem e estão sendo destacados por pesquisas científicas

publicadas em revistas qualificadas de diversas áreas, relacionadas a diferentes nanomateriais como os nanotubos de carbono e a nanop prata.

Há 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, 2012, p. 86). Outro estudo mostra possíveis efeitos tóxicos no cérebro (neurotoxicidade) dos peixes *Zebrafish (Daniorerio)* expostos aos nanotubos de carbono (OGLIARI DAL FORNO, 2013). Compostos da indústria de nanotecnologia, como os nanomateriais à base de carbono, são fortes candidatos a contaminar ambientes aquáticos, pois sua produção e eliminação têm crescido exponencialmente em poucos anos, sem que se tenha estudos conclusivos sobre a sua efetiva interação com o meio ambiente. Recente estudo demonstrou que o fulereno C₆₀ diminuiu a viabilidade das células e prejudicou a detoxificação de enzimas, evidenciando interações toxicológicas (FERREIRA, 2014,p. 76).

A nanop prata é um dos nanomateriais engenheirados (aqueles produzidos a partir da ação humana) mais comuns usados em produtos para o mercado consumidor. Tem uma relevante atividade bactericida (QUINONES, 2014, p.896) e baixo custo de produção. No entanto, apresenta mecanismos de toxicidade (MARQUES, 2013, p. 53), aspecto que não está recebendo a devida atenção pelos fabricantes ou, pelo menos, esse “detalhe” não aparece em nenhum rótulo ou material de divulgação. A nano prata, por exemplo, é utilizada na linha branca de eletrodomésticos, bebedouros, aparelhos de ar condicionado e outros itens de uso e contato diário pelo consumidor.

Pesquisas começam a mostrar o potencial poluente das nanopartículas e como esses compostos podem afetar o meio ambiente numa escala bastante perigosa. A principal ameaça está nos efluentes de indústrias que empregam esse tipo de material, mas eles também podem chegar ao ambiente por meio de pesticidas ou da rede de esgoto doméstica, na forma de água misturada com produtos comuns, como xampu ou pasta de dentes. Uma análise recente do Laboratório Suíço de Tecnologia e Ciência dos Materiais (EMPA) mostra, por exemplo, que até mesmo roupas tratadas com prata liberam partículas do composto na água usada para a lavagem das peças. Um trabalho publicado por pesquisadores norte-americanos há um ano também sugere que esses materiais acabam liberados pelo esgoto a partir de alimentos. Os cientistas testaram oito bebidas de suplementos nutricionais que têm entre os ingredientes nanopartículas de ouro, prata, cobre, zinco, platina e paládio. (MACHADO, 2016).

Estes estudos ratificam a necessidade de um crescente cuidado com a saúde e a segurança do ser humano e a atenção com o meio ambiente. As respostas obtidas das Ciências

Exatas, que também poderão ser denominadas como Ciências Produção, até o momento, são provisórias, não conclusivas e, muitas vezes, contraditórias, mas com evidências de riscos, merecendo a atenção das Ciências de Impacto. Allan Schnaiberg, ex-engenheiro químico na indústria aeroespacial canadense, elaborou uma distinção adequada para a Revolução Tecnocientífica trazida pelas nanotecnologias, entre as Ciências de Produção e as Ciências de Impacto: a primeira, leva a um aumento na produção, distribuição e consumo de bens e serviços (inclusive militares). Independentemente dos níveis em que é aplicada, a ciência da produção visa gerar resultados, que podem vir na forma de novos bens de consumo, novos sistemas de armas, novos processos de produção, ou novos materiais. Vale dizer, a Ciência Moderna, diferente da noção clássica de Ciência, não se contenta em observar e descrever a natureza, mas precisa interagir, produzindo alguma coisa, ou seja, o conhecimento tecnocientífico deverá gerar um produto de inovação. Já as Ciências de Impacto procuram entender os efeitos gerados pelos resultados gerados nas linhas de produção, estando ligada às interrelações que se estabelecem entre o sistema natural e o social, ampliando a compreensão dos impactos dos processos produtivos e suas externalidades sobre o meio ambiente e a saúde humana (GOULD, 2012).

Aqui se abre um interessante campo para o Direito, de modo a inserir o jurídico no cenário da Revolução Nanotecnológica, mediante a avaliação da preocupação com os impactos éticos, jurídicos e sociais.

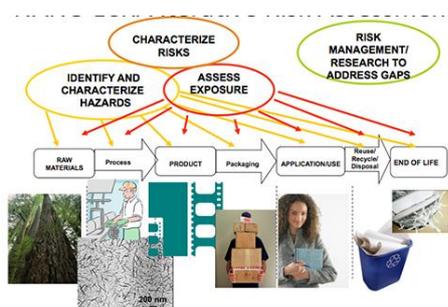
A avaliação e a gestão dos riscos dos produtos nanotecnológicos não é possível dissociada da avaliação dos produtos ao longo de todo o seu ciclo de vida, inclusive e principalmente considerando a destinação final. As inúmeras embalagens dos produtos que contém nanotecnologias podem ser fontes muito importantes de contaminação ambiental, basta verificar-se ao longo da história recente da humanidade o grande problema das embalagens de agrotóxicos, por exemplo, e de medicamentos. Muitos contaminantes chegam aos cursos de água e ao ambiente através da destinação inadequada das embalagens.

Muito pouco hoje é conhecido acerca do comportamento ambiental e os efeitos da liberação de nanopartículas, embora estes sejam materiais que já se encontram efetivamente presentes no ambiente. Mais pesquisas são necessárias para determinar se a liberação e os processos de transformação resultam em um conjunto de nanopartículas similar ou mais diversificada e, finalmente, como isso afeta o comportamento ambiental (NOWAK et al, 2012).

Outro aspecto que tem gerado preocupação é o destino final destes materiais com nanotecnologia quando do fim de seu ciclo. Estes materiais podem não ser biodegradáveis e assim, permaneceriam no ambiente, interagindo com outros materiais. Este risco em potencial

já está causando preocupação dos países em desenvolvimento para onde os resíduos contendo nanomateriais podem ser exportados (FAO, 2012). A avaliação do ciclo de vida está diretamente vinculada, e vice-versa, com a avaliação do risco das nanopartículas. A figura 1 demonstra as principais rotas de exposição ao longo do ciclo de vida dos nanomateriais.

Figura1 – Ciclo de vida do produto.



Fonte: SHATKIN, KIM, 2012, p. 489.

A comunidade científica ainda é muito carente de pesquisas voltadas aos riscos das nanotecnologias, bem como as suas considerações sociais e regulatórias. O desenvolvimento de técnicas de avaliação nanotoxicológica e análise do ciclo de vida dos produtos são imprescindíveis para que se desfrute dos benefícios desta tecnologia com segurança e proteção do patrimônio ambiental das atuais e futuras gerações.

O desenvolvimento de técnicas de monitoramento e diagnóstico de nanomateriais (objetivando ampliar os conhecimentos na área nanotoxicológica e sobre o ciclo de vida destes materiais) bem como para se determinar formas apropriadas, sustentáveis e seguras de produção, é imprescindível para que se possa desfrutar das benesses das nanotecnologias com segurança e objetivando a proteção do meio ambiente para as atuais e futuras gerações (ENGELMANN, MACHADO, 2013, p. 50).

O vasto potencial das nanotecnologias é evidente desde o papel fundamental desempenhado por suas diversas aplicações tanto que as nanotecnologias já foram indicadas como a solução para 5 dos 8 Objetivos do Milênio das Nações Unidas para combater a pobreza. Entre estas soluções estão os nanossensores e nanocomponentes para melhorar o fornecimento de água e fertilizantes às plantas, de modo a reduzir a pobreza e a fome no mundo (ONU, 2000).

No entanto, a utilização das nanotecnologias sem uma avaliação adequada dos riscos e de uma gestão adequada destes riscos pode configurar-se em caminho como o do amianto, dos transgênicos e dos aerossóis, onde a comercialização passou muito à frente da avaliação ambiental holística dessas tecnologias.

O avanço responsável da nanotecnologia depende da capacidade científica confiável para acesso e gerenciamento dos riscos e à tomada de decisões no âmbito governamental, buscando levar em consideração os impactos sociais que a tecnologia poderá gerar na sociedade global.

3 NOVOS CENÁRIOS: AS POSSIBILIDADES DO *RESPONSIBLE RESEARCH AND INNOVATION* E DOS *ETHICAL, LEGAL AND SOCIAL IMPACTS* PARA CONSTRUIR FUNDAMENTOS QUALITATIVOS PARA AVALIAR OS AVANÇOS VIABILIZADOS PELO ACESSO À ESCALA NANOMÉTRICA

Diante deste panorama de evoluções tecnológicas, é essencial tratar do tema da gestão de riscos, que passa, obrigatoriamente, na atualidade, pelas noções de pesquisa e inovação Responsáveis (RRI) e pela análise dos impactos éticos, legais e sociais (ELSI).

Quando se fala em *pesquisa e inovação responsáveis* (sigla em inglês, RRI), busca-se o seguinte delineamento: “é um processo iterativo transparente onde os atores sociais e inovadores tornam-se mutuamente responsáveis pela perspectiva da aceitabilidade (ética), sustentabilidade e desejabilidade social do processo de inovação e a comercialização dos produtos”(SCHOMBERG, 2013, p.54). Existem, pelo menos, quatro dimensões próprias da RRI: a antecipação; a inclusão; a reflexividade e a responsabilidade. Por conta delas, “a inovação responsável significa cuidar do futuro através do manejo coletivo de ciência e inovação no presente” (STILGOE et al, 2013). Os objetivos gerais foram definidos para RRI ao nível da União Europeia (UE), incluindo um melhor alinhamento da ciência (políticas), com as necessidades da sociedade e a consideração dos aspectos éticos, a estimulação ou implementação de processos inclusivos e deliberativos (envolvimento das partes interessadas e envolvimento público), bem como a partilha de responsabilidade para os processos de inovação entre uma vasta gama de partes interessadas por meio de engajamento precoce e aprendizagem mútua. O trabalho conceitual sobre RRI ainda está em curso e pode ser considerado uma inovação de processo, envolvendo aspectos éticos, de engajamento da sociedade e de ensino de ciências (COENEN, 2016, p. 4).

Na sequência das ideias de RRI surgem os aspectos ou impactos éticos, legais e sociais, (ELSI), que devem ser levados em consideração durante a realização de pesquisas científicas. Mais uma vez, a comunidade europeia procura, não bloquear o desenvolvimento, mas pensá-lo

de forma mais segura, evitando maiores riscos, especialmente no tocante às pesquisas genômicas e com nanotecnologias. Na última década foram investidos cerca de 20 milhões de Euros em programas desta categoria. A criação da ELSI gerou inúmeras críticas por ser focado especialmente nos aspectos dos efeitos e resultados (ELSA, 2016).

Muito significativos são os estudos sobre a RRI desenvolvidos por Armin Grunwald, enfocando a governança reflexiva, como uma alternativa para o panorama de incerteza, que está sendo gerado pelas nanotecnologias (GRUNWALD, 2014, p.25). No fundo, a conjugação de esforço ELSI e RRI, buscam antecipar uma espécie de responsabilidade, que se poderá denominar de “levar a responsabilidade a sério”(SUPIOT, DELMAS-MARTY, 2015) : projetar, inovar, avaliar e assumir os riscos decorrentes.

Os temas de RRI são muitos no contexto de tecnologias novas e emergentes. O caso de tecnologias em nanoescala é paradigmático aqui como eles levantam não só esperanças, mas também temores, que são refletidas por visões utópicas relacionadas. As perspectivas futuras distantes sobre estas tecnologias são confusas por causa de sua abstração e realizações incertas sobre nanocompostos que são distantes da experiência de vida diária e controle individual, permitindo assim a especulação em qualquer direção. Esta profunda incerteza em desafios futuros em nano é para onde as avaliações éticas, sociais e ambientais das nanotecnologias devem convergir para tentar equilibrar os seus benefícios e riscos para a sociedade (LINGER, 2016, p.175).

Esta dimensão política e social da pesquisa em nanotecnologia está recebendo mais importância na medida em que a nanotecnologia entra no foco do público, por exemplo, pelo desenvolvimento de produtos bem sucedidos ou novos resultados das investigações sobre os riscos potenciais. Os impactos éticos, legais e sociais da nanotecnologia oferecem insights importantes para o público interessado, ajudando a identificar as expectativas e preocupações e, ao mesmo tempo, eles são importantes para os formuladores de políticas para responder a essas necessidades, em termos de boa governança da investigação, incluindo a gestão de riscos (HULMANN, 2008).

Angela Hullmann (2008) relata que as recentes discussões sobre o crescimento das novas tecnologias ao redor do mundo demonstram que este desenvolvimento não progride independentemente da sociedade, muito pelo contrário, estamos diretamente interligados. Observa-se que muitos pesquisadores com diferentes visões e entendimentos percebem que algumas aplicações das nanotecnologias podem implicar em significantes preocupações éticas, legais e sociais. Assim a *ELSI* representa uma importante ideia nesta área de pesquisa, e sugere

que exista a participação do público bem como o diálogo entre os benefícios e os riscos das nanotecnologias para a sociedade.

Em atenção ao disposto acerca da necessidade da participação da sociedade no desenvolvimento das pesquisas, o grupo de pesquisa JUSNANO realizou visitas a escolas de ensino médio para a exposição de suas atividades, através do uso de vídeos explicativos sobre nanomateriais e nanocosméticos e a divulgação de materiais produzidos pelo grupo, tais como folders e histórias em quadrinhos. Ao longo de todas as atividades pode-se destacar o seguinte aspecto marcante: a interação com os alunos, que demonstraram muito interesse sobre o tema, participando ativamente das apresentações e da discussão, porém demonstrando desconhecer os riscos que podem advir da revolução nanotecnológica. Essa situação vem a corroborar o fato de que a nanotecnologia já está no mercado, sendo conhecida do público em geral, porém sem maiores preocupações acerca dos riscos e possíveis danos que podem surgir. Em uma das visitas de 2016, foi aplicado um questionário breve, semi-estruturado, com algumas questões acerca do tema, que atingiu 48 alunos.

As pesquisas empíricas não fazem parte, tradicionalmente, das investigações científicas desenvolvidas na área do Direito, ao contrário do que ocorre em diversas outras áreas do conhecimento. Até meados do século XX, afirmava-se que a Ciência do Direito se limitava a um conjunto de teorias sobre as normas vigentes e suas exigências práticas, ressaltando o aspecto regulador e dogmático do Direito e não à produção de conhecimento inovador (GUSTIN, LARA, CÔRREA DA COSTA, 2012, p. 292). Mas essa realidade passa por suaves mudanças, e hoje, cada vez mais são observadas pesquisas com trabalhos de campo na área do Direito, e inclusive há no país a rede de pesquisa empírica em direito (REED) que vem realizando publicações, seminários, congresso e cursos na área. Assim, hoje, as investigações no campo da Ciência do Direito estão voltadas (ou deveriam estar) “à procura de possibilidades emancipatórias dos grupos sociais e dos indivíduos” (GUSTIN, DIAS, 2006, p. 7). Percebe-se que frente aos inúmeros novos desafios surgidos com as nanotecnologias, uma vez que o Direito é uma ciência social aplicada, a produção de seu conhecimento deve ser sempre contextualizado a partir de situações problematizadas na sociedade e “não se restringir apenas a elucubrações teóricas sem qualquer vínculo com o mundo fático” (GUSTIN, LARA, CÔRREA DA COSTA, 2012, p. 296).

A seguir apresentam-se os dados coletados nas entrevistas aplicadas aos alunos de ensino médio, apenas tabulados em gráficos e aplicada a porcentagem aos resultados.

Quanto ao questionário, na figura 2 seguem os dados coletados, referentes à idade, identidade sexual, renda e escolaridade.

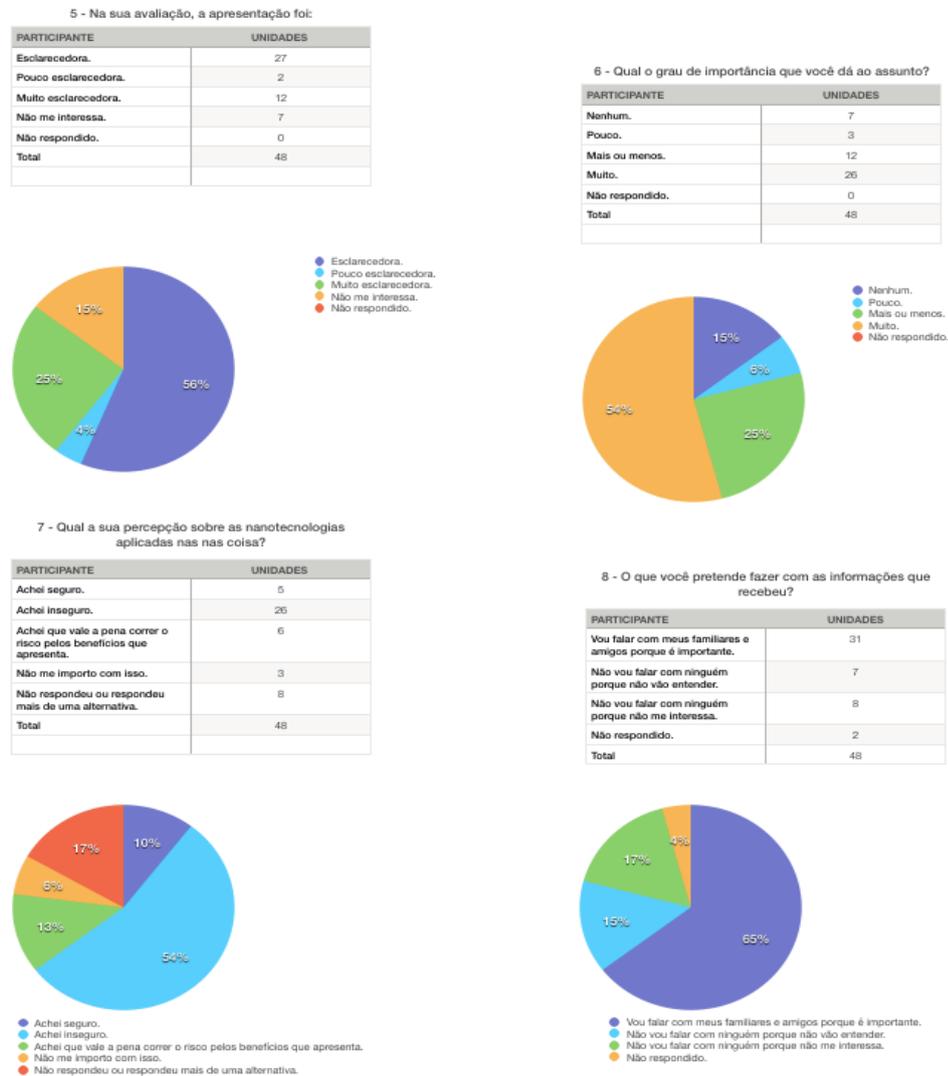
Figura 2: Dados coletados referentes à idade, identidade sexual, renda e escolaridade



Fonte: GRUPO JUSNANO, 2016.

Na figura 3, são apresentados os resultados aos questionamentos que tratavam da avaliação da apresentação, o grau de importância do assunto, a percepção sobre a segurança, e o que os entrevistados pretendiam fazer com as informações recebidas.

Figura 3: Dados coletados acerca da apresentação, o grau de importância do assunto, a percepção sobre a segurança, e o que pretende fazer com as informações recebidas.



Fonte: GRUPO JUSNANO, 2016.

Assim, em relação à avaliação da apresentação, a maioria, 56% dos entrevistados considerou a apresentação esclarecedora, 25% muito esclarecedora, 15% disseram que não se interessavam pelo assunto e 4% acreditaram ser pouco esclarecedora. Disso pode-se observar que a maioria dos entrevistados teve uma boa impressão sobre a apresentação.

Quanto ao questionamento acerca do grau de importância dado ao tema, 54% consideraram muito importante, 25% mais ou menos, 15% nenhum grau de importância e 6% consideraram pouco importante. Percebe-se que há interesse em relação ao assunto e que a apresentação cumpriu uma de suas metas, qual seja, aguçar o interesse acerca do tema. Esta

resposta sinaliza que o consumidor pretende conhecer o tema. Cabe, portanto, aos pesquisadores e produtores relacionados às nanotecnologias dar condições para que as informações possam fluir da melhor maneira possível.

Em relação à percepção do risco, 54% consideraram inseguro, 17% não responderam ou marcaram mais de uma alternativa, 13% consideraram que vale a pena correr os riscos pelos benefícios que as nanotecnologias representam, 10% consideraram seguro e 6% informaram que não se importam com isso. Quanto a estes resultados, a partir deles pode-se pensar que uma vez conhecendo os riscos, ou seja, detendo a informação, cabe a cada um, como consumidor fazer suas opções de consumo, assumindo os riscos. Aqui se tem um resultado significativo, pois a questão relativa aos riscos exige o adequado manejo do direito à informação. Somente poderá haver preocupação com a segurança ou não dos nano produtos, se houver certo nível de conhecimento sobre as nanotecnologias e a sua inserção nos mais variados tipos de produtos, que se encontram à disposição do consumidor.

A questão 8 questionava os alunos sobre suas pretensões em relação às informações recebidas, e, 65% mencionaram que iriam falar com familiares e amigos, eis que consideraram o assunto importante. Já 17% mencionaram que não iriam falar com ninguém sobre o tema, por não se interessarem e 15% disseram que não iriam falar com ninguém pois as pessoas não iriam entender. Ainda, 4% não responderam. Aqui fica claro que é necessário desenvolver trabalhos deste tipo, levando a informação, de modo mais adequado à realidade, de modo que ela possa ser compreendida e divulgada. O objetivo prioritário da atividade de divulgação dos integrantes do Grupo de Pesquisa JUSNANO é justamente provocar este diálogo, a partir do momento em que os alunos são aproximados ao tema. O intuito é multiplicar a informação, promovendo o debate e fomentando a busca de mais informações sobre o tema das nanotecnologias.

O cenário global, onde está inserida a pesquisa e a produção nanotecnológica, é o momento da emergência da participação de um diversificado conjunto de autores, dos quais os consumidores tem um papel essencial, especialmente no que tange ao direito à informação, para que possam fazer opções fundamentadas, objetivando resguardar sua saúde e a do meio ambiente.

É necessário que se avance em busca do conhecimento para que as nanotecnologias sejam vetores de desenvolvimento e não de agravos à saúde, e assim, considerando-se a ampla diversidade de produtos já em circulação no mercado consumidor e os possíveis riscos destes produtos ao longo de todo o seu ciclo de vida, se faz necessária abordagem de pesquisa e inovação responsáveis e dos impactos éticos, legais e sociais.

As nanotecnologias provocarão como legado, no Direito, uma revolução, uma vez que exigirão a tomada de posicionamentos jurídicos e não apenas legalistas, ou seja, exigirão inovação no/do Direito, o que passa também pelo desenvolvimento de diferentes metodologias, entre as quais o uso de pesquisa empírica no direito.

4 CONCLUSÕES

Deve-se, sem dúvida, perder o receio de se utilizar metodologias que não são aquelas tradicionalmente usadas no campo do Direito. Através do uso de novas metodologias é que se vislumbra a possibilidade de aproximar as pesquisas jurídicas das demais pesquisas científicas, favorecendo assim a interação inter ou transdisciplinar. (GUSTIN, LARA, CÔRREA DA COSTA, 2012, p. 313).

A produção de dados é tarefa cansativa e toma, quase sempre, mais tempo do que se espera, pois exige do pesquisador paciência, perseverança e esforço pessoal, além do cuidadoso registro dos dados e de um bom preparo anterior (LAKATOS, MARCONI, 2002,p.32).

Há ainda que se ter em mente que o desafio de realizar pesquisas empíricas, para os pensadores do Direito, é grande, eis que, além de não serem treinados de forma alguma a este tipo de atividade durante a sua formação, devem dispor de tempo e perseverança para a realização desta atividade

Para que seja possível um avanço na construção de saberes no Direito é essencial que se aprenda a observar a realidade jurídica como fenômeno transdisciplinar e histórico, dando oportunidade para que a comunidade acadêmica encontre espaço para o desenvolvimento da capacidade reflexiva, observatória, imaginativa e linguística, em busca de sempre novas informações, sem se ater aos compartimentos estanques (HUPFFER, 2008, p. 70).

Os esforços para articular o impacto da nanotecnologia no desenvolvimento não devem incluir apenas as vozes de cientistas e engenheiros, mas de vários outros especialistas de outras áreas, de modo a refletir as mudanças tecnológicas e sociais necessárias para a nanotecnologia efetivamente podem impactar na luta contra a pobreza global (BEUMER, 2016, p. 399).

Os benefícios e prejuízos são de responsabilidade do ser humano, que, em conjunto com o Planeta Terra, sofrerão as consequências de suas escolhas. Cabe um alerta a ser observado: “[...] com nuestra capacidade de manipular la vida hemos asumido también la pesada carga de tener que darle, como los propios dioses, un sentido que Ella misma, por sí sola, no es ya capaz de alumbrar. Este es el gran cambio que debe afrontar nuestra inteligencia y nuestra

afectividadad. Que el ser humano sea capaz de humanizar la vida es La gran esperanza de la vida em este momento de La historia Del hombre, de la técnica y del cosmos. [...]”(QUINTANILLA NAVARRO, 2014, p. 47).

Assim, quanto ao problema esboçado na Introdução, que buscava investigar: Uma vez que o desafio das nanotecnologias para o Direito é como a sociedade poderá colher os benefícios da produção em nano escala e, concomitantemente não sofrer os danos associados com a saúde humana e riscos ambientais que podem advir juntamente com esta tecnologia, qual a percepção de risco do cidadão leigo acerca da nanotecnologia? Tem-se uma segunda questão norteadora, que deriva dessa, buscando saber em que medida a *Responsible Research and Innovation* (RRI) conjugada com a preocupação com os *Ethical, Legal and Social Impacts* (ELSI) contribuirá para qualificar o acesso do cidadão/consumidor às informações sobre as propriedades dos nano produtos?

Quanto ao primeiro questionamento, a partir do questionário aplicado, se pode constatar que o público alvo tem interesse em conhecer mais sobre os efeitos – positivos e negativos – que as nanotecnologias poderão provocar. O caminho escolhido, no sentido de levar informações e uma história em quadrinhos para os alunos do ensino fundamental e médio, é um caminho para potencializar as informações, fazendo com que a pesquisa desenvolvida na Universidade possa atingir àqueles que estão em outros contextos formativos. Além disso, a preocupação com os elementos estruturantes da RRI e da ELSI poderão qualificar este caminho de aproximação entre a produção do conhecimento científico e a sua divulgação entre o público leigo, que é o consumidor. Esses aspectos deverão nortear o desenvolvimento das pesquisas e direcionar as escolhas público-privadas de quais temas merecerão ser investigados e receber o apoio de verba pública, oriunda os órgãos estatais de fomento. Sem isso, não se terá uma inovação que possa concretizar o desenvolvimento humano, por meio da melhora da qualidade de vida das pessoas e a preservação do meio ambiente social.

REFERENCIAIS:

ABBONDANZA, Sébastien. Les Enjeux de larobotique. IN: **Destination Science Les Thématiques**, Naintré, França, n. 1, novembre 2015.

BERGER, Michael. **A nanotechnology perspective for manufacturing**. Disponível em: <<http://www.nanowerk.com/spotlight/spotid=44211.php>>. Acesso em 08 set. 2016.

BEUMER, Koen. Broadening nanotechnology’s impact on development **Nature Nanotechnology**. Vol11, May, 2016.398-400.

BRITTO, Roberta Socoowskiet 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**, v. 114–115, 2012. p. 86. Disponível em: <www.elsevier.com/locate/aquatox>. Acesso em 09 ago. 2016.

COENEN, Cristopher . Broadening Discourse on Responsible Research and Innovation (RRI). **Nanoethics** (2016) 10:1–4.

CURRENT AND POTENTIAL FUTURE LIAISONS OF ISO/TC 229 (source: ISO/TC 229 overview by Peter Hatto, Chairman of **ISO/TC 229**). Disponível em: <<file:///C:/Users/Wilson/Downloads/TC%20229.pdf>>. Acesso em 09 jul. 2016.

ENGELMANN, Wilson; MACHADO, V. S. Do Princípio da Precaução à Precaução como Princípio: construindo as bases para as nanotecnologias compatíveis com o meio ambiente. **Revista de Direito Ambiental**, v. 69, 2013.

ELSA. **What is ELSA research**. Disponível em: <<https://www.ntnu.edu/elsa/what-is-elsa-research>>. Acesso em 23 mai.2016.

FAO/WHO-. Food and Agriculture Organization of the United Nations/World Health Organization, **Seminar on Nanotechnologies in food and agriculture** Roma, 27 Mar. 2012. Disponível em: http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/agns/news_events/Nano_Seminar_Agenda_FINAL.pdf>. Acesso em 07 jul. 2016.

FERREIRA, JonseclerL. Ribas et al. Co-exposure of the organic nanomaterial fullerene C₆₀withbenzo[a]pyrene in Daniorerio (zebrafish) hepatocytes: Evidence of toxicological interactions **Aquatic Toxicology**, v. 147, 2014. p. 76-83. Disponível em: <www.elsevier.com/locate/aquatox>. Acesso em 09 jul. 2016.

GOULD, Kenneth. **Unsustainable Science in the Treadmill of Production: The declining Salience of Impact Science in environmental conflicts**. Denver: American Sociological Association, Ago. 2012. Disponível em: <http://www.allacademic.com/meta/p.564435_index.html>. Acesso em 09 jul. 2016.

GRUPO JUSNANO, **comunicação pessoal**, 2016.

GRUNWALD, Armin. Modes of orientation provided by futures studies: making sense of diversity and divergence. IN: **European Journal of Futures Research**, 15:30, 2014.

GUSTIN, Miracy Barbosa de Souza; LARA, Mariana Alves; CORRÊA DA COSTA, Maria Batista Leite. Pesquisa Quantitativa na produção de conhecimento jurídico. **Revista da Faculdade de Direito da UFMG**, Belo Horizonte, n. 60, p. 291-316, jan./ jun. 2012. Disponível em: <<http://www.direito.ufmg.br/revista/index.php/revista/article/view/186>>. Acesso em: 15ago. 2016.

GUSTIN, Miracy B. S.; DIAS, Maria Tereza F. **(Re)pensando a Pesquisa Jurídica**, 2ª ed. Belo Horizonte: Del Rey, 2006.

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

HORIZON 2020 em breves palavras: **O programa-quadro de investigação e inovação da EU**. Disponível em: <https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/sites/horizon2020/files/H2020_PT_KI0213413PTN.pdf>. Acesso em 09 ago. 2016.

HULLMANN, Angela. **European activities in the field of ethical, legal and social aspects (ELSA) and governance of nanotechnology**. 2008. Disponível em <<http://cordis.europa.eu/nanotechnology>>. Acesso em 21 ago. 2016.

HUPFFER, Haide Maria. **Ensino Jurídico**. Um novo caminho a partir da hermenêutica filosófica. Viamão: Entremeios, 2008.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina. **Técnicas de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2002.

LINGER, Stephan; WECKERT, John. Nanoscale-Technologies as Subjects of Responsible Research and Innovation. **Nanoethics**(2016) 10:173–176.

MACHADO, Roberta. **Estudos apontam riscos do uso de nanopartículas ao meio ambiente**. Disponível em: <http://www.correiobraziliense.com.br/app/noticia/ciencia-e-saude/2016/01/17/interna_ciencia_saude,514245/estudos-apontam-risco-do-uso-de-nanopartículas-ao-meio-ambiente.shtml>. Acesso em 08 set. 2016.

MARQUES, Bianca Fell et al. Toxicological effects induced by the nanomaterials fullerene and nanosilver in the polychaeta *Laeonereisacuta* (Nereididae) and in the bacteria communities living at their surface. IN: **Marine Environmental Research**, v. 89, p. 53-62, 2013.

MARTINEZ, Diego Stefani Teodoro; ALVES, Oswaldo Luiz. Interação de nanomateriais com biosistemas e a nanotoxicologia: na direção de uma regulamentação. **Revista da Sociedade Brasileira para o progresso da ciência**, a. 65, n. 3, jul/ago/set, 2013. p. 32-36.

NOWACK, Bernd.; RANVILLE, James F.; DIAMOND, Stephen; GALLEGU-URREA, Julian A.; METCALFE, Chris; ROSE, Jerome; HORNE, Nina; KOELMANS, Albert A.; KLAINE, Stephen J. Potential scenarios for nanomaterial release and subsequent alteration in the environmental. **Environmental Toxicology and Chemistry**, v. 31, n. 1, 2012.

NPD- **Nanotechnology Products Database**. Disponível em: <<http://product.statnano.com>> . Acesso em 09 ago. 2016.

OGLIARI DAL FORNO, Gonzalo. Intraperitoneal Exposure to Nano/Microparticles of Fullerene (C₆₀) Increases Acetylcholinesterase Activity and Lipid Peroxidation in Adult *Zebrafish* (*Danio rerio*) Brain. **Bio Med Research International**. [s.l.]: Hindawi Publishing Corporation, v. 2013, Maio 2013.

ONU. **Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento**, 2000. Disponível em: <<http://www.pnud.org.br/ODM.aspx>>. Acesso em 15 ago. 2016.

QUINTANILLA NAVARRO, Ignacio. Los propios dioses: razón y biotecnología. IN: QUARESMA, Alexandre (Coord.). **Engenharia genética e suas implicações**. Madrid: Common Ground Publishing Espanha, 2014.

QUIÑONES-JURADO, Zoe Vineth et al. Silver nanoparticles supported on TiO₂ and their antibacterial properties: effect of surface confinement and nonexistence of plasmon resonance. IN: **Materials Sciences and Applications**, 5, p. 895-903, 2014.

SALAMANCA-BUENTELLO, F.; Et al. **Nanotechnology and the Developing World**. PLoS Medicine, a. 5, v. 2, 2005. Disponível em <<http://www.plosmedicine.org/article/info:doi/10.1371/journal.pmed.0020097>>. Acesso em 10 ago. 2016.

SHATKIN, Jo Anne; KIM, Baram. Cellulose nanomaterials: life cycle risk assessment, and environmental health and safety roadmap. **Environ. Sci.: Nano**, 2015,2, 477-499.

SCHOMBERG, R. A vision of responsible innovation. In: Owen, R., Heintz, M., and Bessant, J. (eds.). **Responsible Innovation**. London: John Wiley, 2013.

STILGOE, J., et al., Developing a framework for responsible innovation. **Research Policy**, 2013.

SUPIOT, Alain e DELMAS-MARTY, Mireille (Org.). **Prendre la responsabilité au sérieux**. Paris: PUF, 2015.

SUPPAN, Steve. **No Small Task: Generating Robust Nano Data**. Posted July 16, 2015. Disponível em: <<http://www.iatp.org/blog/201507/no-small-task-generating-robust-nano-data>>. Acesso em 09 jul. 2016.