

XXV ENCONTRO NACIONAL DO CONPEDI - BRASÍLIA/DF

DIREITO AMBIENTAL E SOCIOAMBIENTALISMO II

LIVIA GAIGHER BOSIO CAMPELLO

MARIA CLAUDIA DA SILVA ANTUNES DE SOUZA

HERON JOSÉ DE SANTANA GORDILHO

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 ambiental e socioambientalismo II [Recurso eletrônico on-line] organização CONPEDI/UnB/UCB/IDP/UDF;

Coordenadores: Heron José de Santana Gordilho, Livia Gaigher Bosio Campello, Maria Claudia da Silva Antunes De Souza – Florianópolis: CONPEDI, 2016.

Inclui bibliografia

ISBN: 978-85-5505-153-1

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

Tema: DIREITO E DESIGUALDADES: Diagnósticos e Perspectivas para um Brasil Justo.

1. Direito – Estudo e ensino (Pós-graduação) – Brasil – Encontros. 2. Direito Ambiental.
3. Socioambientalismo. I. Encontro Nacional do CONPEDI (25. : 2016 : Brasília, DF).

CDU: 34



Florianópolis – Santa Catarina – SC
www.conpedi.org.br

XXV ENCONTRO NACIONAL DO CONPEDI - BRASÍLIA/DF

DIREITO AMBIENTAL E SOCIOAMBIENTALISMO II

Apresentação

A pesquisa apresentada no XXV Encontro Nacional do CONPEDI, realizado na Universidade de Brasília – UnB, em Brasília – Distrito Federal, e agora apresentada nesta coletânea traduzem, em toda sua complexidade, os principais questionamentos do Direito Ambiental na atualidade. São frutos de pesquisas feitas em Universidades e Centros de Pesquisas de todo o país, que trazem a enriquecedora diversidade das preocupações com o Meio Ambiente. Em comum, esses artigos guardam o rigor da pesquisa e o cuidado nas análises, que tiveram como objeto o Meio Ambiente na pós-modernidade, abrangendo a gestão dos riscos na sociedade hodierna, as políticas públicas e seus instrumentos de implementação.

O artigo intitulado “Avaliação Ambiental Estratégica no planejamento da gestão de recursos hídricos: uma necessidade para o equilíbrio do meio ambiente”, das autoras Maria Cláudia da Silva Antunes de Souza e Hilariane Teixeira Guilardi, traz a discussão da implantação do instituto da Avaliação Ambiental Estratégica (AAE) que contribui para a perspectiva da sustentabilidade em todo o cenário mundial, de maneira que haja investimentos expressivos no Brasil e no mundo para que se tenha a sua função efetiva. Discute ainda, a importância da água como elemento fundamental à sobrevivência de todos os organismos vivos do planeta.

Adiante, o artigo intitulado “Princípio da Vedação do Retrocesso e vegetação primária do bioma mata atlântica” pesquisado por Marcelo Kokke Gomes, aborda a construção do significado e a aplicação do princípio da vedação do retrocesso estão imersos em um constante cenário de confrontações e conflitos intrageracionais e intergeracionais, demandando a fixação de sentidos e posições no quadro de direitos fundamentais e da conformação da figura do Estado em face de demandas ecológicas.

Em sequência, o artigo com o título “Princípio do Poluidor Pagador como orientador de medidas tributárias de preservação do meio ambiente” com autoria de Ana Paula Basso e Dostoevsky Ernesto de Melo Andrade, analisa a imputação dos custos ambientais aos seus responsáveis, os impactos ambientais diminuiriam, e essa é a pretensão da tributação ambiental. Concretizando o princípio do poluidor pagador como um estímulo econômico para a busca do equilíbrio ecológico.

Por avanço, o artigo de Ana Lucia Brunetta Cardoso tem por título: “o esgotamento dos recursos naturais: poluição e a responsabilidade das empresas e da sociedade na sobrevivência dos recursos naturais”. Neste diapasão, importa entender o dano ambiental e sua responsabilidade civil tem sido um tema bastante debatido em níveis globais onde as mais diversas opiniões se conflitam tem torno deste. Se as consequências prejudicarem terceiros causando lesão aos recursos ambientais com consequente degradação, haverá a responsabilidade de reparar ou ressarcir os danos causados, ou seja, é um dever jurídico daquele que causa danos a terceiro.

À frente, com o título “o necessário esverdeamento do mandado de segurança coletivo: um instrumento imprescindível para a defesa do meio ambiente” escrito por Carlos Eduardo Silva e Souza e Cintya Leocadio Dias Cunha, que traz um análise da possibilidade da utilização do mandado de segurança coletivo como instrumento processual para defesa do meio ambiente para que este se mantenha ou viabilize na porção ecologicamente equilibrada.

Prosseguindo, o artigo intitulado: “povos e territórios tradicionais no Brasil sob a perspectiva dos direitos da sociobiodiversidade” de autoria de Matheus Silva De Gregori e Luiz Ernani Bonesso de Araujo, investiga a problemática territorial que envolve os povos tradicionais no Brasil, abordando fundamentos dos direitos étnicos e culturais da sociobiodiversidade, no sentido de garantir o espaço de reprodução social dessas comunidades.

Por nova análise, o artigo científico intitulado “Direito Fundamental ao Meio Ambiente: para além do paradigma constitucional” escrito por Leonardo Lessa Prado Nascimento e Roberto Wagner Xavier de Souza, demonstra a relevância dos valores e do patrimônio imaterial expresso através da natureza, este estudo destaca as demandas da modernidade e como o Direito tende a abarcar as consequências advindas da modernidade, cotejando a ideia de risco.

Em sequência, o artigo científico com título “Gestão Ambiental pública: a regulação do saneamento ambiental como forma de proteção ao meio ambiente” de autoria de Grazielly Dos Anjos Fontes , Karolina Dos Anjos Fontes, esclarece o modelo de regulação do saneamento ambiental, enquanto mecanismo de proteção dos recursos hídricos. A proteção dos recursos hídricos enseja diretamente na proteção e promoção de outros direitos tais como desenvolvimento ambiental, social e econômico. A água encontra-se protegida pela Constituição Federal de 1988. O ordenamento jurídico brasileiro possui instrumentos legais para impedir a poluição e má utilização das águas e seu ambiente flora e fauna, através de sanções para as infrações, além de mecanismos para apuração da responsabilidade civil pelas perdas e danos causados ao meio ambiente e ao patrimônio público e privado.

Alexandre Ricardo Machado e Edson Ricardo Saleme apresentam o artigo denominado Patrimônio cultural subaquático no licenciamento ambiental para exploração de petróleo, para enfrentar o problema da degradação do patrimônio cultural subaquático no processo de exploração e produção de petróleo. A partir da análise da legislação nacional e dos dispositivos internacionais de tutela do patrimônio cultural, em especial o subaquático. os autores concluem que esse tipo de atividade exige estudos de impactos ambientais e licenças ambientais que assegurem a prevenção e a mitigação de possíveis danos ambientais.

A artigo “o cadastro ambiental rural como instrumento de combate ao desmatamento nos assentamentos rurais da Amazônia”, de autoria de Dandara Viégas Dantas e Marcelo Pires Soares, procura demonstrar como Cadastro Ambiental Rural (CAR) pode, através de monitoramento e fiscalização, fixar o homem na floresta, evitando o comércio ilegal e o loteamento das terras, contribuindo assim para o controle do desmatamento nos assentamentos rurais na Amazônia.

A partir de um estudo de caso, José Adércio Leite Sampaio e Thiago Loures Machado Moura Monteiro, em artigo denominado “Mineração em serras tombadas”, analisam a possibilidade de tombamento que impeça as atividades de mineração, sempre que os interesses econômicos do minerador - fundados nos princípios da segurança jurídica, livre iniciativa e direito de propriedade - estejam em conflito com o interesse coletivo e jusfundamental de proteção do patrimônio cultural.

Elany Almeida de Souza, apresenta o artigo “Direitos da sociobiodiversidade - uma epistemologia para compreender a América Latina”, que procura analisar o Direito sob a ótica da sociobiodiversidade. A autora enfrenta controvérsia entre o saber tradicional e o científico, concluindo que a rejeição do saber tradicional pelo conhecimento científico, enseja um profundo desrespeito à diversidade cultural e ao pensamento popular. Assim, a autora postula uma redefinição do Direito a partir da sociobiodiversidade do meio ambiente natural da América Latina.

O artigo “A função socioambiental da propriedade: uma análise histórico-jurídica da responsabilidade do proprietário”, de Gabriella de Castro Vieira e Élcio Nacur Rezende, analisa, a partir de uma pesquisa bibliográfica e jurisprudencial, a evolução do Direito de Propriedade sob a ótica da Constituição Federal de 1988 e a efetivação da função socioambiental da propriedade.

A seguir, encontramos o artigo denominado “A inconsistência jurídica e institucional das áreas de proteção ambiental: o caso da APA das águas vertentes” , de Daniella Eloí De Souza

e Walter Veloso Dutra, que analisa, a partir de um estudo de caso, o processo de implementação de uma Área de Proteção Ambiental (APA). O artigo apresenta uma visão geral do Sistema Nacional de Unidades de Conservação para refletir sobre a contribuição das APAs para a manutenção de um meio ambiente sadio e equilibrado.

Por seu turno, o artigo “A globalização e o acesso equitativo do uso de recursos naturais na contemporaneidade: um diagnóstico sob o viés do princípio da equidade intergeracional” de Luís Marcelo Mendes e Jerônimo Siqueira Tybusch analisa, a partir do princípio da equidade intergeracional, a globalização e o processo de mercantilização/depredação dos recursos naturais visando atender aos interesses do Mercado. Desse modo, a pesquisa visa encontrar mecanismo jurídicos que possam coibir o processo de degradação ecológica decorrente do consumo global acelerado.

Daiana Felix de Oliveira, em “A garantia da sustentabilidade ambiental ante a preservação do bioma da caatinga como instrumento propulsor ao desenvolvimento sustentável” analisa a sustentabilidade ambiental a partir dos Objetivos do Milênio (ODM) e dos parâmetros estabelecidos pela Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. O artigo analisa o bioma da Caatinga, elencando os valores que expressam a proteção e a promoção de um meio ambiente sadio e equilibrado.

Em “A efetivação do pagamento por serviços ambientais enquanto política de sustentabilidade, Guilherme Vitor de Gonzaga Camilo abordam a metodologia de aplicação do pagamento por serviços ambientais, fazendo uma ponte com os objetivos do desenvolvimento sustentável estabelecidos no âmbito das Nações Unidas no ano passado. Aproveita para tecer uma importante análise sobre o princípio do protetor recebedor no contexto do pagamento por serviços ambientais.

Por sua vez, Moises Seixas Nunes Filho e Kátia Cristina Cruz Santos apresentam “A educação ambiental e o princípio da participação como instrumentos de conscientização da sociedade para os riscos da proliferação da dengue, chikungunya e zika vírus”, analisando os desafios impostos à sociedade brasileira sobre esse grave problema para a saúde humana. Abordam com clareza os elementos necessários para educação ambiental aproximando-os com os valores e atitudes emergentes da nossa sociedade.

No texto “A discricionariedade do poder público para a definição de medidas compensatórias ambientais nos procedimentos de licenciamento ambiental federal”, os autores Dioclides José Maria e Jhenne Celly Pimentel de Brito incorporam com competência intelectual os conceitos jurídico-administrativos para analisar a faculdade do poder público na definição de

importantes medidas de compensação ambiental nos procedimentos de licenciamento em âmbito federal.

As autoras, Cristiane Penning Pauli de Menezes e Isabel Christine Silva De Gregori em texto intitulado “Revisitando o conceito de bens socioambientais: a ampliação do patrimônio cultural para inclusão dos grafismos urbanos no rol protecionista” trabalham a questão da preservação do patrimônio cultural com base na legislação nacional em vigor. Importante destacar a percepção das autoras em sua compreensão do que representam os grafismos para o rol de bens culturais em alusão à noção de identidade e memória de determinados grupos sociais.

Em “A constitucionalidade da exploração dos recursos naturais em terras indígenas”, Julianne Holder Da Câmara Silva Feijó, aborda a questão indígena e as delicadas problemáticas da posse das terras tradicionais e o usufruto exclusivo dos recursos naturais. A autora traz importante reflexão sobre os interesses econômicos e políticos do País que permeiam a questão, além de explicitar as normas constitucionais que regulam a grave situação. Com efeito, analisa a inconstitucionalidade de determinados empreendimentos, executados à margem das condicionantes ambientais, em terras indígenas.

“A destinação final dos nanomateriais: o princípio da precaução como fundamento para a normatização das nanotecnologias e seus resíduos finais” é abordada por Wilson Engelmann e Daniele Weber da Silva no contexto da pós-modernidade e dos riscos das inovações científicas anunciados por Ulrich Beck. A pesquisa se centra na pergunta “Sob quais condições protocolos expedidos, como da OECD, são suficientes para regular a destinação destes resíduos em nanoescala?” E apresenta as respostas em consonância com os fundamentos teóricos do Direito Ambiental Contemporâneo.

Os autores Lennon Giovanni Gonçalves Ferreira , Romeu Faria Thomé da Silva versam sobre “A busca pela efetividade do princípio da participação nos casos de mineração em terras indígenas” indagam se “seria possível, sob a perspectiva jurídica, a exploração minerária em territórios indígenas? Quais os requisitos necessários, especialmente em relação à participação popular indígena?”. Sem embargo, analisam os projetos de regulação da matéria no âmbito do Congresso Nacional brasileiro e a necessidade de aperfeiçoamento de tais instrumentos levando-se em conta a maior participação da sociedade no processo de tomada de decisão.

Na sequência, Patricia Sarmiento Rolim apresenta seu estudo intitulado “Dos crimes contra o ordenamento urbano e o patrimônio cultural na lei dos crimes ambientais” fazendo uma

revisão bibliográfica e doutrinária dos principais aspectos das normas punitivas em face dos delitos contra o ordenamento urbano e o patrimônio cultural, ressaltando a sua ampla compreensão do conceito de meio ambiente, não apenas à natureza, como também ao ordenamento urbano, ao patrimônio cultural, artístico, arqueológico e paisagístico.

Em “O direito ambiental do trabalho: princípios e afirmação de uma disciplina jurídica, os autores Sandro Nahmias Melo e Iza Amélia de Castro Albuquerque demonstram a marca interdisciplinar do direito ambiental enfatizando a necessidade de interação entre vários aspectos para o tratamento adequado das questões. Apresentam uma compreensão integral do meio ambiente e discutem as bases principiológicas da disciplina do direito ambiental do trabalho como fonte e paradigma para análise e proteção jurídica da saúde do trabalhador.

Diante de todos os trabalhos apresentados e neste volume publicados, os quais apresentam diferentes e profundas abordagens teóricas, normativas e até empíricas, gostaríamos de agradecer aos autores e autoras pela imensa contribuição científica ao desenvolvimento das discussões sobre Direito Ambiental e Socioambientalismo. A obra que ora apresentamos certamente servirá de instrumento para futuras reflexões e quiçá para o efetivo avanço na tutela do meio ambiente, tão primordial para a satisfação das necessidades das presentes e futuras gerações.

Prof^a. Dr^a. Livia Gaigher Bosio Campello

Professora Permanente do Programa de Mestrado em Direitos Humanos

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul - UFMS

Prof^a. Dr^a. Maria Cláudia da Silva Antunes de Souza

Vice-Coordenadora do Curso de Mestrado do PPCJ

Professora da Universidade do Vale do Itajaí - UNIVALI/ SC

Prof. Dr. Heron Gordilho

Professor da Universidade Federal da Bahia - UFBA

Coordenadores

**A DESTINAÇÃO FINAL DOS NANOMATERIAIS: O PRINCÍPIO DA
PRECAUÇÃO COMO FUNDAMENTO PARA A NORMATIZAÇÃO DAS
NANOTECNOLOGIAS E SEUS RESÍDUOS FINAIS**

**THE NANOMATERIALS FINAL DESTINATION: THE PRECAUTIONARY
PRINCIPLE AS BASEMENT FOR NANOTECHNOLOGY REGULATION AND
THEIR FINAL RESIDUES**

Wilson Engelmann ¹
Daniele Weber da Silva ²

Resumo

No contexto da pós-modernidade, encontra-se o avanço tecnológico para a nanoescala, o qual não é acompanhado pelas comprovações científicas. As nanotecnologias surgem propiciando avanços, entretanto, com consequências desconhecidas. Verifica-se a Sociedade de Risco (expressão de Beck), enfrentando riscos ambientais. Necessária, portanto, regulação das nanotecnologias atrelada ao Princípio da Precaução. Assim, a questão iminente seria a destinação dos nanomateriais. Sob quais condições protocolos expedidos, como da OECD, são suficientes para regular a destinação destes resíduos em nanoescala? Baseado na cautela frente à incerteza, resposta adequada seria uma regulação atualizada, buscando evitar possível dano ambiental e às futuras gerações.

Palavras-chave: Nanotecnologia, Resíduos, Direito ambiental, Precaução, Regulação, Oecd

Abstract/Resumen/Résumé

In the context of postmodernity, there's the technological advance for nanoscale, which is not accompanied by scientific evidence. Nanotechnologies arise providing advances, however, with unknown consequences. There is a risk society (Beck expression), facing environmental risks. Necessary regulation of nanotechnologies linked to the precautionary principle. Thus, the imminent issue would be the allocation of nanomaterials. Under what conditions issued protocols, such as the OECD, it is sufficient to regulate the disposal of this waste at the nanoscale? Based on caution ahead of uncertainty, appropriate response would be an updated regulation, seeking to avoid possible environmental damage and to future generations.

Keywords/Palabras-claves/Mots-clés: Nanotechnology, Waste, Environmental law, Precaution, Regulation, Oecd

¹ Dr

² Mestranda

1 INTRODUÇÃO

Presencia-se na pós-modernidade a utilização de tecnologias anteriormente sequer pensadas. Tal avanço encontra diversas preocupações no sentido da insegurança quanto aos possíveis danos. Neste contexto surgem as questões relacionadas às nanotecnologias, onde a destinação final dos nanomateriais desperta uma enorme incógnita e clama por uma necessária implementação de regras, tendo em vista o atual desconhecimento, especialmente a respeito de seu descarte e depósito, em face da possibilidade dos danos.

As nanotecnologias se desenvolvem num contexto de novos direitos, que vêm se adequando às novas demandas apresentadas na sociedade, como as que envolvem novas tecnologias e seus desdobramentos ou consequências. Tais novas tecnologias, seu desenvolvimento e impacto estão estreitamente relacionados ao meio ambiente, os riscos que os envolvem, os possíveis danos - que causam maior apreensão - aqueles invisíveis aos olhos das pessoas e aos estudos dos experts, os danos futuros desconhecidos. Este artigo busca atingir os seguintes objetivos: conhecer algumas possibilidades de aplicação das nanotecnologias; examinar as questões relativas aos riscos que poderão ser gerados a partir do acesso à nano escala; conhecer as características da categoria *risco* segundo Mary Douglas e, finalmente avaliar a condição de possibilidade de se utilizar as recomendações e os protocolos editados pela OECD, permeados pelo princípio da precaução, como um modelo regulatório adequado para as nanotecnologias.

Como é sabido, as nanotecnologias trazem consigo a dúvida a respeito de quais danos futuros ocasionarão ao meio ambiente e à saúde humana. E até mesmo se realmente causarão algum dano. Entretanto, o risco existe, e é nele que circundam todas as questões necessárias para a tutela do meio ambiente. Utilizar-se-á a pesquisa bibliográfica, buscando realizar a revisão das publicações em livros, artigos científicos e sítios oficiais da internet. Este recurso metodológico será alinhado à *análise de conteúdo*, nos moldes apresentados pelo livro de igual nome, de autoria de Laurence Bardin. Para tanto, necessário que se parta de um prévio conhecimento acerca do Risco para embasar a regulação desta tecnologia e seus resíduos. Portanto, o problema que se pretende enfrentar neste artigo, poderá ser assim circunscrito: sob quais condições os protocolos expedidos, por exemplo, pela OECD, são suficientes para regular a destinação dos resíduos gerados pela nano escala? A hipótese provisória que se estruturou a partir da revisão da bibliografia é a seguinte: baseado na premissa da cautela frente à incerteza, a resposta adequada seria uma regulação atualizada, a fim de evitar qualquer possível dano ao

meio ambiente e futuras gerações. No entanto, dada a omissão legislativa, notadamente no Brasil, as recomendações e protocolos desenvolvidos pela OECD, especialmente em relação aos resíduos gerados a partir da nano escala, é uma alternativa viável e adequada para este momento. Assim, realizar-se-á uma breve análise do Risco e seus desdobramentos no cenário atual, relacionando diretamente ao Princípio da Precaução. Por fim, será reforçada a necessidade de regulação desta nova tecnologia, tendo em vista sua lacuna de leis e normatizações.

Busca-se trabalhar com a noção de risco a partir da visão de Mary Douglas (DOUGLAS, 2012, p. 03), o risco à saúde e ao meio ambiente são questões que não podem ser perfeitamente definidas e mensuradas por cientistas, "avaliadores de risco" ou agências reguladoras, por citar apenas os fatos físicos. A razão é o fato de o risco ser, em parte, um constructo social ou político. Ademais, implícitos nas decisões sobre quais riscos são mais importantes e quais são aceitáveis, estão os valores e julgamentos sobre como a sociedade ideal deveria ser. Assim, diversas dificuldades existem para avaliação do risco. Até os pesquisadores discordam sobre a avaliação de riscos (DOUGLAS, 2012, p. 03). A importância e atualidade do tema está vinculada à importância do ingresso do Direito no cenário de inovação nanotecnológica, para contribuir no desenho de marco normativo que, por um lado, tenha o foco na saúde e segurança do trabalhador e do consumidor, e por outro lado, apresente ferramentas capazes de promover a proteção e o equilíbrio do meio ambiente.

2 A INSERÇÃO DAS NANOTECNOLOGIAS NA ATUALIDADE E SUA POTENCIALIDADE DE RISCO

Atualmente se vive em uma sociedade extremamente avançada em termos tecnológicos. A própria nanotecnologia é desconhecida para muitas pessoas, no sentido da aplicação da técnica e de sua utilização em diversas áreas da indústria e sua inserção na vida cotidiana. Desta maneira, as nanotecnologias se enquadram no conceito de inovação, entretanto não houve ainda repercussão na vida humana. Assim, elas podem ser consideradas uma descoberta invisível, dado o nível métrico em que possibilitam a operação e a manipulação de átomos e moléculas. É neste patamar que as descobertas nesta escala possibilitam aos humanos adentrarem aos recantos da natureza, já existente anteriormente, mas intocados (ENGELMANN, 2015, p. 49-50). Esta tecnologia em ultrapequena escala encontra-se no mercado, sendo amplamente consumidas, como nos protetores solares, telefones celulares, medicamentos, cosméticos, medicamentos veterinários, entre outros. Inclusive esse amplo rol é aberto devido ao processo contínuo de desenvolvimento das nanotecnologias (HOHENDORFF, 2015, p. 9). Outra área bastante abrangida pelas nanotecnologias são os agroquímicos, uma vez

que o Brasil se encontra como um dos maiores produtores mundiais de grãos, o que invariavelmente acarretará consequências (futuras?) na produção dos alimentos e na agroindústria (HOHENDORFF; ENGELMANN, 2014, p. 19). Nesse diapasão, Engelmann e Raquel von Hohendorff afirmam que

neste cenário, destaca-se a possibilidade de ampliação da produção agrícola através do uso de produtos nanoagroquímico, aventada pelas grandes empresas produtoras de agroquímicos como uma alternativa para o combate da fome mundial. Desta forma, é preciso procurar entender melhor como as nanotecnologias poderão interferir na cadeia produtiva de alimentos, bem como quais serão as consequências diretas e indiretas do seu uso à saúde humana e ambiental (HOHENDORFF, ENGELMANN, 2014, p. 19).

Outro ramo interessante para as nanotecnologias é o setor de alimentos, fazendo referência específica às embalagens inteligentes. Um estudo ainda não disponível no mercado relaciona-se às comprovações de biossensores encontradas na literatura para detectar a salmonela, inseridas em embalagens de leite. Ademais, as nanotecnologias aplicadas aos alimentos representam outras possibilidades promissoras tanto para a economia quanto à sociedade em geral, em especial no que tange ao controle de doenças e contaminações por bactérias e produtos gerados com maior qualidade (ENGELMANN, 2011, p. 341). Importante apontar as pesquisas realizadas nos Estados Unidos, as quais forneceram informações sobre como estruturas como os fulerenos se juntam na água para formar partículas grandes. Este é o primeiro estudo a mostrar quais fatores afetam o tamanho desses agregados de partículas (REVISTA INOVAÇÃO TECNOLÓGICA, 2015). Nela, os pesquisadores escolheram o fullereno, uma molécula composta de 60 átomos de carbono, como seu modelo de nanomaterial, que tem uma ampla faixa de aplicação. O que se desconhece ainda é qual seu destino quando liberado no meio ambiente. Assim, nos Estados Unidos, por exemplo, as normas para descarte dos fulerenos são as mesmas aplicadas ao carvão mineral comum, justamente pelo desconhecimento de seus efeitos. Embora o carvão seja muito parecido com o grafite (também carbono puro), ele é muito diferente do C₆₀ (REVISTA INOVAÇÃO TECNOLÓGICA, 2015). Portanto, quanto maior a produção utilizando-se de nanomateriais, maior o descarte dos mesmos no final de sua utilização, o que gera a preocupação deste manejo em virtude dos possíveis riscos ambientais. E assim, imprescindível a regulação de tal nova tecnologia.

Nesta ótica, as nanotecnologias e seus materiais trazem um leque de possibilidades positivas, mas por terem suas consequências no meio ambiente desconhecidas ainda, temos a probabilidade de também apresentarem um lado negativo, conforme alarmou uma reportagem extraída da revista eletrônica Inovação Tecnológica. Nesta matéria, relatam que uma pesquisa realizada na Universidade da Carolina do Norte (EUA), levantou possibilidades entusiasmantes de um lado, mas acendeu luzes de alerta de outro. Os pesquisadores descobriram que

nanopartículas de ouro juntam-se para desconstruir a dupla hélice das moléculas de DNA - elas literalmente "rasgam" o DNA, destruindo a molécula. (REVISTA INOVAÇÃO TECNOLÓGICA, 2015). De qualquer forma, os resultados lançaram preocupações sobre as interações das nanopartículas com as células vivas, devido a um potencial de destruição do DNA. Resumidamente, tal pesquisa que estava sendo conduzida, de terapia genética, mostrou exatamente como não se deve fazer as coisas.

Em outro estudo realizado também nos Estados Unidos, que se apresenta como atual precursora nesta área, afirma que existem comprovações de que nanopartículas presentes em produtos causam danos ao meio ambiente. O estudo, conduzido pela Dra. Cyndee Gruden, focou apenas um tipo de nanopartícula - as nanopartículas de dióxido de titânio (TiO_2) - que está sendo utilizado em cosméticos e outros produtos de beleza pessoal, na criação de janelas autolimpantes e em produtos bactericidas. Na pesquisa, ao usar a bactéria *Escherichia coli* (*E. coli*) como cobaia, se descobriram grandes reduções na sobrevivência do microorganismo em amostras expostas às concentrações mínimas das nanopartículas de titânio por períodos de menos de uma hora. (REVISTA INOVAÇÃO TECNOLÓGICA, 2015). A morte da bactéria deu-se por que as nanopartículas danificam a membrana externa dos micróbios. Fica nítida aqui a justificada preocupação a respeito destes materiais. Assim, resta a dúvida quanto a qual dano poderá gerar ao meio ambiente e à humanidade todo este material oriundo da nanotecnologia, uma vez que a destinação final não é regida por normas mínimas e nem baseadas na Precaução.

Interessante a pirâmide proposta por uma organização voltada a nanotecnologia, *Innovation Society*, que com o fito de tentar enfrentar o problema, dada a crescente adoção da nanotecnologia na fabricação de produtos de consumo, propôs um modelo para uma Pirâmide da Nano Informação. O objetivo da proposta é debater os desafios e as responsabilidades para a preservação das informações sobre os nanomateriais utilizados em cada produto ao longo da cadeia de valor. O modelo pode contribuir para resolver e analisar as áreas críticas em tal cadeia (ABCQT ONLINE, 2010). Tal medida também abrange a questão da reciclagem de produtos com nanotecnologia. A Pirâmide combina ferramentas diversas de transferência de informações entre os diferentes níveis da cadeia de valor para garantir que os dados nanoespecíficos (e, se necessário, os aspectos de segurança envolvidos) sejam transferidos de forma adequada, da indústria até a reciclagem. Há uma preocupação crescente com os riscos advindos do uso das nanopartículas. Algumas pesquisas iniciais apontam riscos tanto para o meio ambiente quanto para a saúde humana, embora as amostragens ainda sejam insuficientes para conclusões definitivas. A Pirâmide da Nano Informação é o primeiro esforço que leva em consideração os

aspectos econômicos, sobretudo a preparação para a reciclagem dos produtos com nanotecnologia (ABCQT ONLINE, 2010).

Agora sob um outro prisma, no que tange à gestão da utilização destes materiais. Se algumas instituições já fazem uso da gestão dos nanomateriais no ambiente de trabalho, por que não o fazer no que se refere à destinação final (DDS ON LINE, 2016). Fica o questionamento. Desta forma, a quantidade de produtos cresce rapidamente, e paralelo a esse desenvolvimento crescem as preocupações sobre os riscos que as nanotecnologias poderão provocar, especialmente em relação aos trabalhadores, em virtude de sua exposição, devendo trazer-se o foco para a relação com o meio ambiente, saúde e segurança (ENGELMANN, 2011, p. 342). É desta forma que nos deparamos com o risco, o qual demanda por óbvio uma conduta precaucional quando nos referimos às nanotecnologias, cada vez mais inseridas no nosso dia-a-dia. Nesta senda, ensina Wittmann:

No que tange às consequências das nanotecnologias há de se considerar que os riscos são diversos, seja pelo impacto negativo ou sobre os logros positivos para a natureza e sociedade e, nesse contexto, “na sociedade complexa o risco torna-se um elemento decisivo”. Há neste debate entre nanotecnologias, inovação tecnológica, sociedade de risco, equidade intergeracional e a sociedade uma complexidade sistêmica inédita que, todavia, ingressa no ambiente jurídico por meio da compreensão dos riscos que envolvem e ameaçam o direito à sustentabilidade (WITTMANN, 2015, p. 91). Diante toda a inovação apresentada pelas nanotecnologias, as quais evidentemente inserem-se de maneira muito rápida nas mais variadas áreas da vida humana, é que se torna necessário entender o Risco, a fim de posteriormente cotejá-lo com o Princípio da Precaução, fundamento importantíssimo para a regulamentação desta nova tecnologia, e ainda reforçar a regulação ante os protocolos da OECD.

3 A CONCEPÇÃO DE RISCO A PARTIR DA PROPOSTA DE MARY DOUGLAS

A presente proposta das nanotecnologias está inserida nos cenários do Risco, do Direito Ambiental, do Princípio da Precaução e todos os desdobramentos sobre futuros danos que ainda são desconhecidos. O grande desafio lançado ao lado desta tecnologia são os seus riscos, e partir disso se deve questionar a ausência de marcos regulatórios específicos e na necessidade de refletir sobre respostas jurídicas que atendem às necessidades humanas dentro de um quadro de segurança ambiental (ENGELMANN, 2015, p. 51). Como é sabido, no Brasil o controle ambiental ainda é falho e por vezes ineficiente, pois não se têm medidas ou atuações adequadas no sentido de regular com eficiência as atividades potencialmente lesivas ao meio ambiente. Entretanto, a política ambiental é um cenário compartilhado. Por isso, é bastante comum que a formulação de padrões se dê no plano nacional, enquanto estados e municípios são responsáveis pela sua implementação e cumprimento (JATOBÁ; MOURA, 2009, p. 48). É exatamente o que deveria ser feito na seara das nanotecnologias, mas de fato ainda não vem acontecendo.

Assim, o panorama ideal seria aquele em que o Governo central estabelece os padrões e supervisiona medidas para lidar com problemas claramente definidos. Ainda o Governo

deveria fornecer o conhecimento resultante de sólidas pesquisas e disseminar informações sobre questões e políticas ambientais (JATOBÁ, MOURA, 2009, p. 50). Na contramão disto, neste momento, sequer encontramos normas específicas a respeito das nanotecnologias, ainda mais desconhecidas na área de sua destinação final. Diante desta situação, apresenta-se como fundamental a implementação da regulação dos nanomateriais, levando-se em consideração primeiramente o Princípio da Precaução, bem como as recomendações e protocolos da OECD.

É neste viés que se insere esta proposta, constando no descarte final dos nanomateriais a dúvida. Se atualmente não temos barreiras ou instrumentos de precaução nas nanotecnologias, mas em tantos produtos e processos de fabricação estes já existem (sendo fortemente exigidas determinadas normas), como nestas tecnologias tão novas não encontramos diretrizes específicas? Como enfrentamento a esta questão, se deve manter um diálogo e conexão entre o Direito e o meio ambiente, inserindo nas lacunas, através das normas, decisões que viabilizem respostas às atuais alterações presentes na Sociedade de Risco. Esta é a lição de Leonel Severo Rocha e Délton Winter de Carvalho:

A internalização jurídica da ecologia somente poderia ser feita através da adequação dos conflitos à forma, constituída internamente pelo sistema, sistema jurídico/ecologia ou ambiente extrassocial. Esta distinção, operacionalizada pela dogmática jurídica como Direito Ambiental, consiste na comunicação ecológica específica ao Direito, cuja função consiste em montar programas de decisão para a formação de estruturas que sejam capazes de produzir ressonância às irritações provocadas por alterações havidas no ambiente extrassistêmico ou extracomunicacional (Ecossistema) e decorrentes da Sociedade de Risco (CARVALHO; ROCHA, 2012, p. 28-9).

Portanto, se percebe a extrema complexidade das nanotecnologias inseridas nesta *Sociedade de Risco*, que não deixa de ser uma *Sociedade Industrial*, mas é potencializada pelo desenvolvimento tecnocientífico, onde se encontra um aumento na incerteza quanto às consequências das atividades e tecnologias empregadas nos processos econômicos (CARVALHO; ROCHA, 2012, p. 33).

Na lição de Mary Douglas e Wildavsky, que discorre sobre o Risco, lançada há mais de 30 anos, se encontra o estímulo ao questionamento das notícias relativas aos potenciais riscos à saúde, preocupados também com riscos decorrentes da tecnologia. De acordo com os autores, muitos desses perigos poderiam se revelar exageros, ainda mais potencializados pela mídia, por ações de pesquisadores que enfatizam certas descobertas e ignoram outras, por agências reguladoras e de saúde pública ou outros profissionais com interesses em resultados específicos. Em sua doutrina, duvidar é sempre um "exercício saudável", é necessário, principalmente diante de descobertas incompletas ou evidências científicas parciais (DOUGLAS, 2012, p. 03). Por conseguinte, com base no ventilado estudo feito anos atrás, pode-se enfatizar a percepção de uma crescente dúvida e preocupação em relação às novas tecnologias e seu impacto. E mais

uma vez podemos adequar as nanotecnologias e seus materiais nesta incerteza e risco. Ainda na doutrina de Mary Douglas, é possível a constatação de 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, 2012, p. 04). Desta maneira, as nanotecnologias comportam uma dúbia visão, de um lado temos a faceta dos inúmeros avanços tecnológicos que elas poderão nos trazer (como já o fazem), mas em direção oposta, para os mais preocupados com seus efeitos danosos, há o alarde sobre a possível magnitude de efeitos nocivos dos nanomateriais no meio ambiente, e principalmente com o contato humano. Uma compreensão sobre a destinação final traria uma ideia de como tais resíduos em escala nanométrica vêm sendo manejados/tratados, e ainda viabilizaria a abertura de possibilidades no que tange à projetos de regulação para sua correta manutenção e depósito, promovendo-se a utilização cruzada dos elementos estruturantes do Princípio da Precaução com as recomendações e os protocolos expedidos pela OECD.

Inegável que o desconhecimento sobre os nanomateriais e tais tecnologias, e os danos que podem acarretar no futuro, especialmente quanto aos resíduos, indicam seu enquadramento neste contexto, e reforçam a necessidade de sua regulamentação. Mais adiante no texto poderá perceber-se que mesmo seguindo orientações contundentes sobre os resíduos com nanotecnologia, baseadas na OECD, ainda assim elas fogem ao controle, o que ressalta a presença do risco. Oportuna a afirmação de Patrícia Noll, a qual se insere perfeitamente no tema, em que afirma:

O problema que aqui se apresenta é complexo, pois não se trata de avaliar custos, fazer cálculos com bases em informações e prognósticos seguros, não se está contrapondo vantagens e desvantagens. O risco, como afirma Luhmann, é um acordo e contingência de alto nível. E renunciar a riscos significaria - em particular sob as condições atuais - renunciar a racionalidade (NOLL, 2012, p. 159).

É assim que a interferência da tecnologia, através do homem, é o maior risco ao meio ambiente, pois, de fato não se sabe precisamente quais os riscos que as nanotecnologias e seus resíduos podem trazer à sociedade futura e ao meio ambiente. Entretanto, inegável sua presença iminente. Até o momento nenhuma metodologia foi alcançada a fim de fornecer respostas adequadas para nossos questionamentos, em relação aos possíveis efeitos dos nanomateriais sobre o meio ambiente e sobre a saúde humana. Impossível ter somente como base o Princípio da Precaução, sendo primordial o cotejamento e relacionamento de demais áreas da ciência, promovendo um verdadeiro “Diálogo entre as Fontes do Direito”, conforme promove a lição de Engelmann, onde defende que

A doutrina precisa reassumir o seu papel de promover a transformação ordenada nos significados dos modelos jurídicos; ressignificação. Por conta desses predicativos da Doutrina, pensa-se que ela estará em condições de assumir o papel de ponto de condução do fato nanotecnológico pelas diversas fontes de direito. O diálogo entre as mencionadas fontes do Direito, pois não se tem a pretensão de realizar uma apresentação exaustiva, deverá ser capitaneado pela Doutrina, percorrendo as demais fontes do Direito – tanto nacionais como internacionais (veja-se o quadro de agências e países acima explicitado) antes de mergulhar a resposta construída em dois filtros: a Constituição Federal e os Documentos Internacionais relativos aos Direitos Humanos (ENGELMANN, 2014, p. 357).

Por fim, ante as inovações da nanotecnologia e sua necessidade de regulação, esta tem assumido um significado mais amplo, abarcando também instrumentos de metarregulação, conforme leciona Engelmann. Apesar de não existir definição acordada de autorregulação e metarregulação, de maneira geral pode-se dizer que a primeira trata-se de um processo de regulação voluntária, instituído independentemente da regulamentação estatal, criada por atores não governamentais, inclusive por seu(s) próprio(s) destinatário(s). Já a metarregulação resulta da interação entre a regulação estatal e a autorregulação. Ela seria uma estratégia de supervisão do Estado sobre os mecanismos da autorregulação. (ALDROVANI et al, p.120). É exatamente neste sentido que se demonstra a necessidade quanto à regulamentação das nanotecnologias, mais precisamente quanto à destinação final, pois incabível que o Estado não tome uma atitude no sentido de impor condições mínimas para seu descarte, dada a peculiar realidade de potencial futuro risco à humanidade.

Contextualizados alguns pressupostos sobre o Risco, importante trazer à tona e relacionar o importante mecanismo principiológico de proteção ambiental, o Princípio da Precaução, que fundamenta a necessária regulamentação. Concomitantemente, expõe-se as recomendações e protocolos da OECD como alternativa para sanar a presente lacuna regulatória.

4 AS RECOMENDAÇÕES E PROTOCOLOS DA OECD E O PRINCÍPIO DA PRECAUÇÃO COMO FUNDAMENTO DE REGULAÇÃO DAS NANOTECNOLOGIAS

O Princípio da Precaução é apto para embasar a necessidade de conhecimento acerca do desenvolvimento das nanotecnologias e destinação final de seus resíduos, bem como ainda relacioná-la à urgência de regulação. Ainda nesta tarefa de instigar tal regulação, podemos destacar as importantes recomendações e protocolos criados pela OECD (2016), criados no intuito de desenvolver as demandas criadas pela crescente produção nesta escala manométrica.

A fim de dar suporte à gestão dos riscos enfrentados na sociedade pós-moderna, urge que se conheça e se aplique os elementos estruturantes do Princípio da Precaução, que pode trazer fundamento e lastro para a efetivação da normatização dos nanomateriais e sua correta

destinação. Na doutrina de Édís Milaré (MILARÉ, 2013, p. 264) se apresenta que tal princípio enfrenta a incerteza dos saberes científicos em si mesmos. Afirma também que esta aplicação observa argumentos de ordem hipotética, situados no campo das possibilidades, e não necessariamente de posicionamentos científicos claros e conclusivos. Ainda, busca instituir procedimentos capazes de embasar uma decisão racional na fase de incertezas e controvérsias, de forma a diminuir os custos da experimentação. Dá como exemplo de sua invocação quando se discutem questões como o aquecimento global, engenharia genética e os organismos geneticamente modificados, a clonagem, a exposição a campos eletromagnéticos gerados por estações de radiobase (MILARÉ, 2013, p.264). Nesta tela se inserem as nanotecnologias.

O princípio da precaução foi formulado pelos gregos e significa ter cuidado e estar ciente. Precaução relaciona-se com a associação respeitosa e funcional do homem com a natureza. São ações antecipatórias para proteger a saúde das pessoas e dos ecossistemas. Precaução é um dos princípios que guia as atividades humanas e incorpora parte de outros conceitos como justiça, equidade, respeito, senso comum e prevenção (BRASIL, 2015).

Roberto Andorno, em seu artigo "Validez del principio de precaución como instrumento jurídico para la prevención y la gestión de riesgos", destaca:

En el marco de la reflexión acerca del principio de precaución, parece pertinente recordar la noción clásica de prudencia, y sobre todo de la prudencia política, porque en el fondo, de lo que se trata con este principio, es de poner en práctica esta virtud. Nos encontramos ante la situación del gobernante que debe tomar decisiones acerca de determinados productos o actividades de los que se sospecha, con un cierto fundamento, que son portadores de riesgo para la sociedad, pero sin que se tenga a mano una prueba definitiva y contundente de tal riesgo. En tales supuestos, la autoridad debe hacer un esfuerzo de prudencia, es decir, de una adecuada apreciación de las circunstancias del caso, para lograr un equilibrio entre dos extremos: por un lado, el temor irracional ante lo novedoso por el sólo hecho de ser novedoso, y por el otro lado, una pasividad irresponsable ante prácticas o productos que pueden resultar gravemente nocivos para la salud pública o el medio ambiente (ANDORNO, 2004, p. 17-8).

A aplicação da precaução não significa paralisação, mas uma atitude de atenção redobrada com o novo e o desconhecido. Trata-se, portanto, de um princípio que sustenta um caminho para o aprendizado. Nessa mesma linha escreve Tallacchini sobre a precaução e incerteza da ciência:

La creciente dimensión de incertidumbre del saber científico, en particular en el ámbito de las nuevas ciencias de la vida son los fenómenos que están cimentando una distinta visión de las relaciones entre ciencia y sociedad. Con la expresión "incertidumbre de la ciencia" se hace alusión a varias formas de indeterminación del saber en el campo científico: la complejidad de los conocimientos, la falta o insuficiencia de datos, la imprevisibilidad de los éxitos, el carácter estocástico de las previsiones en muchos sectores (TALLACCHINI, 2004, p. 87).

Assim, é necessário que haja uma antecipação aos resultados negativos de nossa ação modificadora através da aplicação do princípio da precaução, o qual se liga à necessidade de

uma comunicação ambientalmente relevante entre os sistemas sociais do Direito e da Economia para atingir o benefício do meio ambiente. Precisa-se de uma comunicação em que se realize uma espécie de ponderação entre os interesses coletivos (meio ambiente preservado) e as pressões de uma economia (WEYERMÜLLER, 2010, p.74). Contudo, no sentido de alertar quanto à utilização deste princípio, Mary Douglas afirma que a utilização mecânica da precaução pode obscurecer o ponto central na discussão sobre os riscos, uma vez que não há maneira de evitar o risco em vida. Em seu entendimento a saída é a utilização de todo conhecimento disponível para distinguir os riscos grandes, os bem estabelecidos, aqueles que são prováveis e aqueles que as evidências sugerem ser insignificantes ou inexistentes (DOUGLAS, 2012, p. 07).

Importante destacar que nas negociações internacionais na área ambiental, o Princípio da Precaução ou cautela é cada vez mais invocado, motivando esforços para a institucionalização de instrumentos reguladores, dirigidos para garantir o que já se convencionou denominar de "biossegurança" e para o controle dos movimentos transfronteiriços de organismos geneticamente modificados, como atesta o recém firmado Protocolo Internacional de Biossegurança (janeiro de 2000), mas que diz respeito às segurança biológica (ALBAGLI, 2004, p. 57). Ressalta-se o entendimento de Cass Sunstein, onde afirma que tal princípio é frequentemente invocado em casos que envolvam riscos de danos irreversíveis, e o termo irreversível é descrito de várias formas que o princípio tende a evitar:

The Precautionary Principle is often invoked in cases involving risks of irreversible harms. As we have seen, the term "irreversible" appears in numerous descriptions of what the principle is designed to avoid. The intuition here is both straightforward and appealing: More steps should be taken to prevent harms that are effectively final than to prevent those that can be reversed at some cost (SUNSTEIN, 2005, p. 115).

O doutrinador relembra que a ideia de Precaução foi invocada em disputas entre Europa e Estado Unidos no que se referia às proibições europeias em organismos geneticamente modificados e hormônios em carnes, dizendo “the ideia of precaution has been invoked in a number of high-profile disputes between Europe and the United States involving European prohibitions on genetically modified organisms and hormones in beef” (SUNSTEIN, 2005, p. 17). Mesmo tendo um olhar mais crítico e avesso à utilização do Princípio da Precaução, de maneira mais ampla, ele explica que seu viés mais cauteloso sugere que a ausência de evidência sobre o dano não pode ser base para se refutar a regulamentação:

The most cautious and weak versions suggest, quite sensibly, that a lack of decisive evidence of harm should not be a ground for refusing to regulate. Controls might be justified even if we cannot establish a definite connection between, for example, lowlevel exposures to certain carcinogens and adverse effects on human health (SUNSTEIN, 2005, p. 20).

Tal ideia é oposta ao que ele sustenta, afirma inclusive que a lei americana está mais longe deste princípio. Por fim, numa visão oposta e radical à precaução, indica que a precaução é paralisadora (SUNSTEIN, 2005, p.21). Entretanto, não é o viés deste estudo, pois se entende que a precaução é a promotora de abertura de caminhos para a formatação de novos conhecimentos e o desenvolvimento de estruturas normativas que possam equacionar o aprimoramento tecnológico com o respeito ao ser humano e o meio ambiente.

Oportuno trazer ao texto que em outras áreas mais exploradas do Direito Ambiental, como por exemplo, a matéria disposta na Lei de Resíduos Sólidos, n.º 12.305/2010, se recorre a tal princípio. Nos resíduos sólidos, na visão de Patrícia Lemos, há a concordância com a possibilidade de se recorrer à Precaução, sendo seu maior argumento exatamente a incerteza científica. Nestes casos, impõe-se a escolha da melhor opção em prol do meio ambiente, a dúvida milita em favor do meio ambiente (LEMOS, 2012, p.72). A lei da Política Nacional de Resíduos sólidos prevê o Plano Nacional de Resíduos sólidos, além de planos estaduais, microrregionais, intermunicipais, municipais e individuais. No plano nacional há um conteúdo mínimo. Poderia ser um espelho à implementação das normas para nanotecnologias. Da forma semelhante, encontra-se o Protocolo da OECD (OECD, 2016, p. 13).

Assim, na lei de resíduos sólidos existe um programa de reaproveitamento e retorno dos materiais utilizados, numa espécie de trajeto contínuo. Com este método, caso fosse inserido no campo dos nanomateriais, poderia inclusive ganhar um tempo a mais de uso, o que impediria temporariamente o estoque e depósito em determinados locais de descarte. Mas como este processo não é infinito, o foco predominante é regulamentar até a destinação final dos nanomateriais. Novamente, inevitável o questionamento acerca da destinação final dos nanomateriais, pois uma vez que se encontra em um plano no que tange aos resíduos sólidos (bem como uma legislação específica), como não invocar tal medida à nanotecnologia. Portanto, o que se percebe é a clara percepção de ausência de regulação na produção em nano escala e seus mais diversos produtos, que vem acompanhado de uma intensa inserção no mercado mundial. Isto demanda a necessária disposição de normas com finalidade de resguardar a vida humana e meio ambiente. Desta maneira, um dos métodos mais universais de abordar o problema pode ser a aplicação de um método legal comparativo para desenvolver uma legislação, assim como refere Belokrylova (NANOTECHNOLOGY LAW & BUSINESS, BELOKRYLOVA), em relação a Rússia:

Questions of guaranteeing safety on nano products and nano materials have been a wide object of discussion in the international, European, and national levels of countries. In the Russian Federation, there is an urgent challenge in developing the aspects of political, legal, supervisory, social, and economic spheres connected to nano activities. A number of international documents have noted a lack of legal

regulation in the sphere of nanotechnologies in the Russian Federation. One of the most universal methods of addressing the problem might be applying a comparative legal method for developing legislation in the nano industry in the Russian Federation. This would foster a helpful regulating of stakeholder relationships and formulate a full theoretical legal concept of nanotechnology's safety in the Russian Federation, based upon the recommendations from the inter-national and European consortiums (NANOTECHNOLOGY LAW & BUSINESS, BELOKRYLOVA).

Despertados por este questionamento, e aliando-se ao Princípio da Precaução, é possível considerar as recomendações e protocolos elaborados pela OECD, que realizaram uma série de pesquisas e estudos específicos na área das nanotecnologias, focando seus questionamentos na procura por respostas adequadas quanto aos resíduos de produção em nano escala, ou seja, o descarte final de nanomateriais, em virtude desta enorme produção, sem qualquer cuidado quanto ao descarte (OECD, 2016, p. 13). Assim, justificou-se a pesquisa ante a produção crescente em nano escala, a fim de avaliar processos de tratamento de resíduos, relacionando-os aos nanomateriais, com a finalidade de minimizar os riscos existentes, retirando de evidência literárias em específicos tratamentos de lixo (resíduos), como na reciclagem, incineração, disposição de lixo em aterros e tratamento de água:

This raises the question as to whether existing waste treatment processes are able to effectively minimise the risks that may be linked to ENMs. This report surveys the available evidence from the literature for four specific waste treatment processes: recycling, incineration, landfilling and wastewater treatment, and identifies the current state of knowledge on the fate and possible impacts of ENMs in these processes (OECD, 2016, p. 13).

Com este objetivo, a pesquisa forneceu uma revisão da literatura dos quatro processos específicos de tratamento dos resíduos: (a) reciclagem, (b) incineração, (c) deposição em aterro e (d) tratamento de águas residuais, vislumbrando desmistificar o estado atual do conhecimento sobre o destino e possíveis impactos dos produtos em nano escala nestes processos (OECD, 2016, p. 18). No intuito de informar os aspectos dos tratamentos direcionados especificamente aos nanomateriais, abaixo segue tabela explicativa e resumida, onde se apresentam as principais características e resultados de cada procedimento apresentado pela mencionada organização:

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

Categoria de tratamento de resíduos contendo nanomateriais	Explicação dos respectivos tratamentos de resíduos com nanomateriais e resultados
Reciclagem	Neste processo seria possível a separação dos materiais em nano escala. O problema é a identificação dos que são (e não são) produzidos em nano escala. Observa-se neste procedimento que pode ocorrer a poeira na manipulação dos resíduos com nanopartículas, e desta forma seriam necessárias condições específicas de segurança de trabalho, tanto para prevenir o contato humano quanto com o meio ambiente.

	Resultado: o destino dos nanomateriais em processo de reciclagem não é claro em virtude dos desafios na exposição dos produtos com nano escala, em relação ao ambiente real de trabalho.
Incineração	Os resíduos são misturados e tratado termicamente em instalações de incineração. Ocorre que as partes inflamáveis são destruídas, os quais deixam partículas não destruídas na câmara de combustão. Desta forma seriam necessários modernos filtros e procedimentos de limpezas específicos. Poderia reduzir a quantidade dos resíduos perigosos. Entretanto, não existem muitas informações sobre a influência da limpeza em relação aos às nano partículas que persistem nas chaminés. E este seria o pior caso, onde persistem as partículas não destruídas, que permaneceriam assim no ambiente. Resultado: o estudo revela que poderia ser capturada uma parcela significativa de nanopartículas, desviando-as em cinzas volantes e cinzas. Mas a remoção das partículas restantes e sua eficiência foi relatava de formas diversas em vários estudos. Ainda, mesmo com este tratamento, 20% do total do material não seria alcançado e passaria pelo método, o que exigiria mecanismos preventivos adicionais.
Tratamento de águas residuais	Os produtos com nanomateriais podem liberar partículas durante sua utilização, bem como em contato com a água. Exemplo disso é a lavagem de roupas em máquinas. Assim, os nanomateriais podem ser encontrados nos tratamentos de águas residuais, inclusive no lodo incinerado e utilizado como fertilizante para a agricultura. Portanto, a ausência de conhecimento existe no que tange aos impactos ambientais decorrentes de utilização deste lodo como fertilizante. Resultado: na investigação de alguns tipos de produtos em nano escala em estações de água piloto, contatou-se que foram capazes de desviar e capturar 80% de nanomateriais em massa em lama sólida, mas o restante dos resíduos com nanopartículas permaneceriam nas águas superficiais.
Deposição em aterros	A deposição em aterros de resíduos com nanomateriais não tratados (biodegradáveis) é o principal resíduo, pois é a técnica de gestão mais utilizada pelos países. Dependendo de como e onde o aterro está e é organizado, as nanopartículas podem deixar o aterro por emissão na atmosfera, água e ainda no solo. Resultado: aqui se assemelha ao caso do tratamento da água, em que a captura se daria ante a agregação ou aglomeração com matéria orgânica e bactérias. Mas no caso específico da eficácia dos forros dos aterros na manutenção dos nanomateriais para o meio ambiente, os resultados são contraditórios, e a extensão em que as superfícies do aterro ou gás para liberação não foi estudada com profundidade.

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

Desta maneira, o estudo demonstrou a clara preocupação em verificar qual a quantidade de resíduos de nanotecnologia nas principais técnicas de tratamento, bem como qual seria seu impacto sobre a eficácia de tais processos. Aqui se tem um conjunto de orientações práticas que deverão nortear o processo de destinação e tratamento dos resíduos gerados a partir da nano escala. O processo de conhecimento não fica restrito apenas ao setor da pesquisa e industrial, mas deverá atingir o consumidor, promovendo uma adequada organização do lixo doméstico gerado. Por fim, mesmo com estes procedimentos de tratamento implementados,

ainda há um certo grau de incerteza associado à sua disposição final, exigindo mais pesquisas nessa área. Mesmo com o conhecimento sobre o destino dos resíduos contendo nanomateriais, e sendo as instalações de tratamento de resíduos susceptíveis de recolher, desviar ou eliminar uma grande parte dos nanomateriais destes fluxos de resíduos, outra boa parte, e muitas vezes as mais suscetíveis ao contato com meio ambiente, fogem ao controle destes processos, e podem ser lançados como emissões (OECD, 2016, p. 18-9). Entretanto, não se pode desconsiderar o êxito alcançado com os protocolos, pois certamente minimizam de alguma forma os possíveis danos e riscos ao meio ambiente. Fica claro diante deste quadro apresentado que se enfrenta uma grande preocupação, pois até mesmo os mais elaborados protocolos, neste caso da OECD, não são suficientes frente ao enorme risco que desencadeiam as nanotecnologias. O que justifica mais ainda a utilização conjunta dos nortes fornecidos pelo Princípio da Precaução.

De outra banda, vale ressaltar que nos casos em que não houver uma completude das informações que envolvam determinadas pesquisas ou atividades, o princípio da precaução pode lançar mão das estratégias desenvolvidas pela chamada *adaptive management*, que propõe um aprendizado enquanto se vai agindo, configura-se por meio de uma gestão que vai se concretizando e avaliando cada passo, sempre com a abertura de mudanças durante o percurso, quando uma decisão não se tenha evidenciado como muito adequada, posto ter gerado riscos em relação à saúde do trabalhador e do consumidor, ou gerando algum desequilíbrio ambiental. Nesta medida se propõe um compromisso em avaliar sistematicamente uma ação durante o seu desenvolvimento. A atenção aos estágios iniciais e a existência de um monitoramento contínuo são profundamente relevantes para a aplicação do Princípio da Precaução (CARVALHO, 2014, p. 83). De certa forma, a monitoração e regulação acerca da destinação final dos nanomateriais se enquadraria no perfil deste instrumento.

Diante desta lacuna, tanto da lei quanto da certeza científica, a nanotecnologia se apresenta como uma tecnologia de grande potencial em benefícios e sérios riscos também. De acordo com Delton Winter de Carvalho (2014, p. 84), riscos estes ainda pobremente estudados e conhecidos. Em um lapso de tempo futuro, o cenário das nanotecnologias pode envolver revolucionárias descobertas, com uma possibilidade de profundos impactos econômicos e sociais positivos (CARVALHO, 2014, p. 84). Conforme sua doutrina, frente aos limiares altos acerca tanto dos benefícios como riscos desta tecnologia, uma precaução pura parece inapropriada, devendo ser evitada uma postura de simples obstaculização da continuidade das pesquisas envolvendo esta tecnologia. Entretanto, os limiares acerca da possível magnitude destes riscos, por evidente, justifica alguma graduação de cautela, devendo estes nanomateriais receberem uma maior densidade precaucional do que os produtos químicos em geral, como por

exemplo as restrições nos usos envolvendo potencial exposição pública até que maiores informações estejam disponíveis, dentre outros (CARVALHO, 2014, p. 84).

Portanto, na presença dos iminentes e possíveis danos das nanotecnologias, é justamente na destinação final destes nanomateriais que há demanda de uma conduta precaucional, e a partir disto se ressalta o Princípio da Precaução como sua base também para a criação de regulamentação. Reforça esta base as orientações da *Organisation for Economic Co-operation and Development*. Ainda, conforme reforça Wilson Engelmann, no cenário das nanotecnologias constata-se duas dificuldades: a ausência de um marco regulatório específico e os desencontros dos resultados obtidos pelas Ciências Exatas, especialmente no tocante à nanotoxicologia, conforme destacado pelo estudo de autoria de Harald F. Krug, com o objetivo de examinar/revisar a literatura produzida dos últimos 15 anos, na tentativa de estabelecer se uma avaliação é possível para critérios toxicológicos humanos de nanomateriais nanoengenhierados (ENMs). O pesquisador aponta erros nos métodos investigativos e critérios de análise toxicológica utilizados, também indica onde estão concentradas as deficiências significativas dos estudos (KRUG, 2014). Em outra publicação, se verifica o alerta sobre as nanotecnologias usadas em materiais para acondicionar alimentos, como caixas plásticas e outras embalagens, especialmente com a utilização de nanopartículas de zinco são seguras, considerando-se o coeficiente de migração de partículas para os alimentos (ENGELMANN, 2015). Interessante a explanação de que o aumento do uso de nanopartículas de zinco, incorporados a um número crescente de produtos, gera ainda o aumento do descarte e embalagens, restos de alimentos e outros tipos de lixo, incrementando a possibilidade dos riscos ambientais (ENGELMANN, 2015).

Por derradeiro, cumpre salientar que a necessária abertura da produção jurídica sobre o tema se deve ao fato de que produz, a partir das nanotecnologias, o risco de danos (severos ou não), que projeta a necessidade de decisões no presente, mesmo não havendo exemplos relacionados ao passado, mas com impactos irreversíveis e sérios no futuro. Tal combinação destes lapsos temporais desafia a ciência jurídica. Tudo isto porque desde o início deste século a sociedade gera riscos com novos formatos e impactos, o que consequentemente deságua na necessidade de segurança (ENGELMANN, 2014, p. 348). Desta forma, toda esta complexidade da nanotecnologia demandará que a gestão do risco exija uma nova e atualizada configuração da estrutura também do direito subjetivo (ENGELMANN, 2014, p. 351). Diante deste contexto, a destinação final necessita de um importante aprofundamento, a fim de descobrir quais são as medidas a serem adotadas de maneira a proteger minimamente a vida humana e meio ambiente, regulação esta que tornaria os procedimentos de descarte dos nanomateriais mais seguros. Urge

que se utilizem os fundamentos do Princípio da Precaução no que tange a atual destinação final dos nanomateriais. Enfim, somente com a percepção real da destinação final destes resíduos, e com a possibilidade de regulação desta tecnologia, oportunizar-se-á uma tutela adequada ao meio ambiente e coletividade.

5 CONCLUSÃO

A recente quebra de paradigma do poder das novas tecnologias vem despertando uma preocupação iminente no que tange à proteção do meio ambiente, incluindo-se a vida humana. Pelo que se depreende do estudo de vasta bibliografia e notícias científicas recentes, a produção em nano escala encontra-se em amplo crescimento, o que consequentemente gera o aumento de depósito e descarte de resíduos com nanomateriais. Não há certeza sobre os (possíveis) danos que o descarte no meio ambiente destes nanomateriais pode causar, o que reflete na existência do Risco, necessitando-se assim de uma medida precaucional mais efetiva com o fito de resguardar a coletividade.

Neste sentido é que se ressalta a existência de recomendações e orientações fornecidas pela OECD, a qual realizou grande estudo sobre diversas formas de tratamento de resíduos, relacionando-os diretamente às nanotecnologias. Entretanto, nem mesmo tal pesquisa foi decisiva a ponto de dar certeza científica sobre a eficácia destes tratamentos - como reciclagem, incineração, tratamento de água e deposição em aterro – com os nanomateriais, tendo em vista que todos não se apresentaram 100% eficazes na contenção e filtragem destas partículas no ambiente. Ressalta-se que tal orientação propõe mecanismos preventivos auxiliares. Contudo, não se pode deixar de dar o devido valor a tal protocolo, pois tal regulação teve como propósito minimizar os efeitos no meio ambiente, e foi o que se constatou, que pelo menos houve a contenção e proteção mínima do meio ambiente frente aos nanomateriais e suas emissões. Aliada a tal orientação, é que se destaca o Princípio da Precaução, mecanismo principiológico amplamente utilizado em causas ambientais onde o risco de dano ambiental é impreciso, mas iminente, e a ausência de medida precaucional pode acarretar danos inestimáveis à humanidade. Desta maneira, como resposta ao problema, lançado na Introdução se poderá dizer: atualmente se presencia a abstenção legislativa e de políticas governamentais no que tange à regulação das nanotecnologias, e neste íterim, os descartes de nanomateriais vão ocorrendo à revelia, sem qualquer adoção de medidas precaucionais com intuito de proteger o meio ambiente. Assim sendo, a orientação fornecida pela OECD mostra-se um marco regulatório mínimo que poderia ser inserido no cenário nacional, de maneira que mesmo não contendo os tratamentos certeza absoluta de eficácia, eles corroboram com a minimização dos impactos das nanotecnologias no meio ambiente.

REFERÊNCIAS

ABQCT ON LINE. **PIRÂMIDE DA NANO INFORMAÇÃO PROPÕE MONITORAMENTO SOBRE PRODUTOS COM NANOTECNOLOGIA**. Associação Brasileira de Químicos e Coloristas Têxteis. São Paulo, 03 fev. 2010. Disponível em: http://www.abqct.com.br/Informativos/pdf/Inf_149.pdf Acesso em: 10 abr. 2016.

ALBAGLI, Sarita. **BIODIVERSIDADE E BIOTECNOLOGIA NA GEOPOLÍTICA E NA GEOECONOMIA MUNDIAIS**. In: Centro internacional de desenvolvimento sustentável. Comércio e meio ambiente. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2001. p. 52-69.

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

ANDORNO, Roberto. **Validez del principio de precaución como instrumento jurídico para la prevención y la gestión de riesgos**. In: ROMEO CASABONA, Carlos Maria (ed.) Principio de precaución, biotecnología y derecho. Granada: Comares, 2004. XII. p.17-33

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

BELOKRYLOVA, Ekaterina A. **The Legal Problems of Nanotechnology Environmental Safety Provision in the Russian Federation: The Foreign Country's Experience**. Volume 8, Issue 3. Disponível em: <
<http://www.nanolabweb.com/index.cfm/action/main.default.viewArticle/articleID/370/CFID/28816240/CFTOK EN/de063d553f4c4b7b-758C36C7-046D-3573-202795CCECC53983/index.html>> Acesso em: 08 abr. 2016.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Princípio da Precaução**. Disponível em: <
<http://www.mma.gov.br/biodiversidade/biosseguranca/organismos-geneticamente-modificados/item/7512>>. Acesso em 10 abr. 2016.

CARVALHO, Délton Winter de. As dimensões da incerteza e as graduações de intensidade para aplicação dos princípios da prevenção e precaução na decisão jurídica face aos riscos ambientais extremos. In: ENGELMANN, Wilson; ROCHA, Leonel Severo; STRECK, Lenio Luiz (orgs.) **Constituição, sistemas sociais e hermenêutica**: anuário do programa de Pós-graduação em Direito da UNISINOS: mestrado e doutorado. Porto Alegre: Livraria do Advogado Editora; São Leopoldo: UNISINOS, 2014. p. 67-86.

_____. **Dano ambiental futuro**: a responsabilização civil pelo risco ambiental. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2008.

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

DDS ON LINE. **Como fazer a gestão dos nanomateriais no ambiente de trabalho**. Disponível em: <http://ddsonline.com.br/dds-temas/seguranca/797-como-fazer-a-gestao-dosnanomateriais-no-ambiente-detrabalho.html>. Acesso em: 10 abr. 2016.

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

ENGELMANN, Wilson. As nanotecnologias e a gestão transdisciplinar da inovação. In: ENGELMANN, Wilson; WITTMANN, Cristian (orgs.). **Direitos Humanos e Novas Tecnologias**. Jundiaí: Paco Editorial, 2015. p. 49-78.

_____. A utilização de nanopartículas de zinco na indústria do plástico: o consumidor estará

seguro? In: **Revista de Direito do Consumidor**, São Paulo, ano 24, v. 102, nov.-dez./2015, p. 355-385
_____. Os avanços nanotecnológicos e a (necessária) revisão da Teoria do Fato Jurídico de Pontes de Miranda: compatibilizando “riscos” com o “direito à informação” por meio do alargamento da noção de “suporte fático”. In: CALLEGARI, André Luís; ROCHA, Leonel Severo; STRECK, Lenio Luiz (orgs.) **Constituição, sistemas sociais e hermenêutica**: anuário do programa de Pós-graduação em Direito da UNISINOS: mestrado e doutorado. Porto Alegre: Livraria do Advogado Editora; São Leopoldo: UNISINOS, 2011. p. 339-363.

_____. O direito das nanotecnologias e a (necessária) reconstrução dos elementos estruturantes da categoria do “direito subjetivo”. In: ENGELMANN, Wilson; ROCHA, Leonel Severo; STRECK, Lenio Luiz (orgs.). **Constituição, sistemas sociais e hermenêutica**: anuário do programa de Pós-graduação em Direito da UNISINOS: mestrado e doutorado. Porto Alegre: Livraria do Advogado Editora; São Leopoldo: UNISINOS, 2014. p. 339-359.

ENGELMANN, Wilson *et al.* Nanotechnologies and the management of risks generated during the biofuel production. IN: RAI, Mahendra and SILVA, Silvio Silvério da (Edits.). **Nanotechnology Solutions for Bioenergy and Biofuel production**. New York: Springer, 2015, (in press).

HOHENDORFF, Raquel Von. Revolução nanotecnológica, riscos e reflexos no Direito: os aportes necessários da Transdisciplinaridade. In: ENGELMANN, Wilson; WITTMANN, Cristian (orgs.). **Direitos Humanos e Novas Tecnologias**. Jundiaí, Paco Editorial: 2015. p. 09-47.

HOHENDORFF, Raquel von; ENGELMANN, Wilson. **Nanotecnologias aplicadas aos agroquímicos no Brasil**: a gestão dos riscos a partir do diálogo entre as fontes do direito. Curitiba: Juruá, 2014. 229p.

JATOBÁ, Jorge; MOURA, Alexandrina Sobreira de. Federalismo ambiental no Brasil. In: **Políticas públicas e meio ambiente: da economia política às ações setoriais**. Recife: Fundação Joaquim Nabuco, Editora Massangana, 2009. p. 45-105.

KRUG, Harald F. Nanosafety research – are we on the right track? **Angew. Chem. Int. Ed.**, 53, 12304-12319, 2014. Available at: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/anie.201403367/epdf>. Acesso: 10 abr. 2016.

LEMOS, Patrícia Faga Iglecias. **Resíduos sólidos e responsabilidade civil pós-consumo**. 3. ed. São Paulo: Editora Revista dos Tribunais, 2014.

MILARÉ, Édís. **Direito do ambiente**. 8. ed. rev., atual. e ampl. - São Paulo: Editora Revista dos Tribunais, 2013.

NOLL, Patricia. Sociedade, risco e contingência. In: ROCHA, Leonel Severo. **Direito ambiental e autopoiese**. Curitiba: Juruá, 2012. p. 143-170.

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

REVISTA INOVAÇÃO TECNOLÓGICA. **A nanotecnologia que está na superfície**. Disponível em: <<http://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=nanotecnologia-nasuperficie&id=010165150526#.Vhf4texVikq>> Acesso em 10 abr. 2016.

REVISTA INOVAÇÃO TECNOLÓGICA. **Nanopartículas de ouro destroem moléculas de dna**. Disponível em: <<http://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=nanopartículas-ourodestroem-moléculas-dna&id=010165120625#.Vhf3-exVikq>>. Acesso em: 10 abr. 2016.

REVISTA INOVAÇÃO TECNOLÓGICA. **Nanopartículas presentes em produtos causam danos ao meio ambiente**. Disponível em:<http://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=nanopartículas-presentes-em-produtoscausam-danos-ao-meio-ambiente&id=010125090403#.Vhf2_-xVikq> Acesso em 10 abr. 2016.

REVISTA INOVAÇÃO TECNOLÓGICA. **Quais os riscos da nanotecnologia para o meio ambiente?** Disponível em:
<<http://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=010165050322#.Vhf7DOxVikq>> Acesso em 10 abr. 2016.

SUNSTEIN, Cass R. **Laws of fear: beyond the precautionary principle**. Cambridge: Cambridge University Press, 2005. XII, 234p.

TALLACCHINI, Mariachiara. Principio de precaución y bioseguridad: aplicación a la salud humana. In: ROMEO CASABONA, Carlos Maria (ed.). **Principio de precaución, biotecnología y derecho**. Granada: Comares, 2004. XII. p.85-98.

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

WITTMANN, Cristian. Autorregulação e nanotecnologias: da fragilidade do Estado para o além dele. In: ENGELMANN, Wilson; WITTMANN, Cristian (orgs.). **Direitos Humanos e Novas Tecnologias**. Jundiaí, Paco Editorial: 2015. p. 79-106.