

IMPACTOS DA NANOTECNOLOGIA NA SAÚDE HUMANA E NO MEIO AMBIENTE

Loreci Gottschalk Nolasco¹

Resumo

Com habilidades de construir materiais, dispositivos e sistemas com precisão atômica, a nanotecnologia promete melhoria nas habilidades humanas, novas indústrias e produtos, resultados sociais e qualidade de vida, com possibilidades de produzir consideráveis impactos econômico-político-social-ambiental-jurídico. Apesar das oportunidades e do fascínio gerados em torno dessa tecnologia emergente, cientistas dos mais diversos campos do conhecimento abordam a grande problemática envolvendo a nanotecnologia no mundo hodierno, referindo a potencialidade e também os riscos que elas podem trazer para todas as áreas. O avanço da ciência impôs e, continua a impor ao Estado e ao Direito, a crescente vigilância quanto à possibilidade de riscos e danos perpetráveis à integridade física e mental de seres humanos, a fim de que o progresso científico compatibilize-se com as normas e princípios tutelares da personalidade humana, reconhecidos e firmados na Constituição de 1988, considerada, no atual paradigma de Estado Democrático de Direito, centro do sistema jurídico. Na prática, em termos jurídico-constitucionais, o Direito, por meio do estabelecimento de instrumentos jurídicos deve criar medidas de segurança e gerenciamento preventivo e precaucional, adequadas, ordenadas e antecipatórias (legislação, instrumentos de avaliação e gestão) de riscos nanotecnológicos, voltada para uma amplitude temporal (responsabilidade prospectiva) até então desconsiderada pelo Direito, a fim de limitar ou neutralizar a causação de danos, cuja irreversibilidade total ou parcial gera efeitos, danos e desequilíbrios negativamente perturbadores da sobrevivência condigna da vida humana e de todas as formas de vida centradas no equilíbrio e estabilidade dos ecossistemas naturais ou transformados.

Palavras-chave: Nanotecnologia. Gestão de riscos nanotecnológicos. Constituição Federal do Brasil. Responsabilidade civil.

Introdução

A nanotecnologia engloba a habilidade de trabalhar a nível molecular, átomo por átomo, criando estruturas com organizações moleculares diferentes e explorando as novas propriedades exibidas em tal escala, cujas partículas correspondem à ordem de 1-100 nanômetros, os quais não podem ser vistos a olho nu. Mostra-se realmente importante para os avanços tecnológicos, pois além de reproduzir aquilo que os organismos

¹ Doutoranda da Rede Pro Centro Oeste de Pesquisa e Inovação do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação pela Universidade Federal de Goiás, sob orientação do Prof. Dr. Nivaldo dos Santos. Docente do quadro efetivo do Curso de Direito da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul. Mestre em Direito (UnB, 2002). lorecign@gmail.com

naturais podem criar, também pode ir além – o que possibilita a criação de novos materiais com uma precisão extraordinária, em níveis atômicos.

Engelmann *et al.* (2014) destacam ser a nanotecnologia hoje um dos principais focos das atividades de pesquisa, desenvolvimento e inovação em todos os países industrializados. Os nanomateriais são utilizados nas mais diversas áreas de atuação humana, podendo-se destacar as seguintes áreas: cerâmica e revestimentos, plásticos, agropecuária, cosméticos, siderurgia, cimento e concreto, microeletrônica, e, na área da saúde, possuem aplicação tanto na odontologia quanto na farmácia (especialmente em relação à distribuição de medicamentos dentro do organismo), bem como em inúmeros aparelhos que auxiliam o diagnóstico médico (ABDI, 2011).

Estima-se que até 2020 serão movimentados mundialmente cerca de US\$3 trilhões, e que todo o setor de semicondutores e metade do setor farmacêutico dependa desses novos materiais, sendo globalmente empregados seis milhões de trabalhadores na fabricação e manuseio de nanomateriais e nanopartículas (Roco *et al.* 2011), com aproximadamente 20% de todos os produtos fabricados no mundo baseados em certa medida, na utilização da nanotecnologia. Razão de ser nova tecnologia, os riscos associados com o fabrico e utilização de nanomateriais são consideravelmente desconhecidos, bem como desconhecidos os efeitos dos novos materiais sobre a saúde e o meio ambiente, os trabalhadores seriam susceptíveis de estarem entre os primeiros a experimentar altas taxas de exposição (OIT, 2010).

Isso ocorre devido a sua incorporação em diversas tecnologias já existentes (física, química, biologia, medicina, eletrônica etc.), resultado de convergência tecnológica com capacidade de criação de novas formas de vida, porém com possibilidade no aumento de riscos de forma ilimitada e incontrolável, o que permitiria, quando liberadas e dispersas no ambiente, interagirem de forma diferente, tornando-se muito facilmente absorvidas pelos organismos de seres vivos (Maynard, 2005), provocando efeitos surpreendentes e *unpredicted* (que não é previsto), ou *unpredictable* (que é incapaz de ser previsto) (IRGC, 2006), além de potencialmente mais tóxicos do que a mesma massa de partículas equivalentes, convencionais e maiores (Renn *et al.* 2006; Drobne, 2007; Lai *et al.* 2010; McIntyre, 2012).

Dada a imprevisibilidade de seus resultados, devida às incertezas científicas sobre o entendimento dos riscos relacionados com o pequeno tamanho, área e química superficial, solubilidade e formato, nanopartículas poderiam causar perturbações em níveis molecular e celular. Semelhantes em tamanho às macromoléculas biológicas como proteínas, DNA e fosfolípidios, trazem consequências importantes, podendo levantar princípios éticos inteiramente inéditos em relação às demais biotecnologias. Estudos iniciais afirmam que, na área da saúde humana, as nanopartículas podem causar inflamação, destruição de células cerebrais e lesões pré-cancerígenas, e ainda, com possibilidades das pesquisas científicas envolverem os seres humanos, apesar da proibição emanada ao final da Segunda Guerra Mundial, haja vista as experiências conduzidas pelos cientistas nazistas.

Há riscos associados à nanotecnologia num cenário complexo e ainda de difícil definição, mas que, todavia, não podem ser subestimados, como, por exemplo, aqueles relacionados aos direitos de propriedade intelectual, riscos políticos em relação ao impacto no desenvolvimento econômico de países e regiões, riscos em relação à privacidade, quando sensores em miniatura se tornarem imperceptíveis, riscos ao meio ambiente, com o lançamento de nanopartículas no ecossistema, riscos quanto à segurança dos trabalhadores e dos consumidores em contato com nanomateriais. Há

uma imensidão de perigos, sendo possível situá-los em categorias mutáveis, conforme o *estado da arte*: riscos para a biodiversidade (ambiente natural), para a integridade do patrimônio genético humano (DNA), para a vida e a saúde humana (diversos órgãos e componentes do corpo).

Em específico estudo de caso publicado em 2010 sobre o uso de nanopartículas de dióxido de titânio (nano-TiO₂) em protetores solares, a Agência de Proteção Ambiental (do inglês, *Environmental Protection Agency* – EPA) dos Estados Unidos concluiu pela exposição tanto em ambientes profissionais ou entre a população em geral e nos organismos vivos (biota), em quase todas as fases do ciclo de vida, além de nenhuma via de exposição (respiratória, ingestão, dérmica) poder ser descartada irrelevante para os trabalhadores.

Ainda existem várias incertezas ligadas ao desenvolvimento da nanotecnologia, já que existem poucos estudos sobre os impactos do uso de nanopartículas. Os países que mantêm investimentos em pesquisas também não se ocuparam da elaboração de leis e regras que controlem o desenvolvimento da tecnologia. Na visão de alguns pesquisadores, a principal barreira ao desenvolvimento da nanotecnologia, a nível mundial, está relacionada aos riscos associados aos impactos no meio ambiente do uso de nanoestruturas, um dos pontos mais questionados pelos críticos da Nanociência.

Além disso, pelo fato da nanotecnologia ser capaz de agir de uma forma fundamentalmente diferente em comparação com seu respectivo material em escala macro, tem-se que seria impossível inferir a segurança dos nanomateriais utilizando a informação derivada do material de origem a granel. Soma-se a isso, o fato de que no Brasil e na quase totalidade do Globo, não há legislação específica com exigências de novos e específicos métodos e instrumentos de avaliação quando um composto de produto de escala maior é substituído com o mesmo composto em nanoescala, ficando aspectos sanitários e de segurança, além de questões éticas, sociais e de governança, aquém do desenvolvimento da nanotecnologia. Apesar disso, segundo inventário do *Project on Emerging Nanotechnologies* (2015) do *Woodrow Wilson International Center for Scholars* encontra-se disponível no mercado global por 622 empresas em 32 países, quantidade superior a 1.800 produtos, processos e serviços envolvendo medicina, sistema de liberação de fármacos, alimentos, cosméticos, cuidados pessoais e de higiene (a categoria saúde e fitness contém a maioria dos produtos - 762, ou 42% do total), bioenergia, dispositivos bioeletrônicos/magnéticos/optoeletrônicos.

Embora não exista um quadro regulamentar específico para a área, quando os produtos são registrados em diferentes países, inclusive no Brasil, as respectivas agências reguladoras o fazem de acordo com o seu tipo, em análise cada-a-caso, utilizando-se de normativas aplicadas em geral aos produtos químicos, medicamentos, cosméticos, alimentos e outras, mesmo não havendo nenhuma referência explícita aos nanomateriais. Representantes de várias organizações, governamentais ou não, e de grupos científicos (Friends of the Earth, 2006; 2008; Soil Association, 2008; Woodrow Wilson Center, 2008; Davies, 2006; Taylor, 2006), em âmbito nacional e internacional manifestam dúvidas quanto à capacidade regulamentar dos diplomas legais, normas de investigação e dos métodos, ensaios, protocolos e estratégias convencionais disponíveis de aferição da toxicidade não específicos aplicados à nanotecnologia, bem como da capacidade das autoridades públicas para lidar com uma abordagem caso-a-caso (IRGC, 2009).

A pesquisa tem por objetivo, investigar se o sistema jurídico brasileiro é (in)suficiente para atender especificamente as inovações tecnológicas inerentes à nanotecnologia, com

exigências de criação de metodologias precaucionais para identificar, avaliar e gerenciar os prováveis riscos em todo ciclo de vida de nanomateriais e nanopartículas, através de instrumentos de prevenção e precaução, antes da introdução no mercado, de produtos, serviços e processos que contenham nanotecnologia. Compreende-se que a regulamentação jurídica tem por finalidade oferecer segurança jurídica aos consumidores e trabalhadores das presentes e futuras gerações (foco prospectivo) e ao meio ambiente. Para tanto, deverá exigir a adoção de medidas de adequado descarte dos resíduos da produção, além de estabelecer os procedimentos para responsabilização civil, criminal e administrativa dos envolvidos, quando for o caso.

Metodologia

O estudo teve por escopo a realização de pesquisa exploratória e bibliográfica através do levantamento de dados encontrados na literatura. Foram realizadas pesquisas bibliográficas por bases de dados em periódicos CAPES, consultando-se artigos originais e de revisão sobre o tema Nanotecnologia, Riscos, Regulação; além de livros específicos da área da Nanotecnologia e do Direito. Utilizou-se também do método analítico no estudo dos riscos nanotecnológicos, da responsabilidade civil prospectiva que se apoia, essencialmente, na ideia de risco e de prevenção do dano (Gorgoni, 2009, p, 252), ao contrário da responsabilidade retrospectiva que segue a lógica da culpa e do ressarcimento do dano; do princípio da precaução e para a análise da legislação.

Como aponta Ferreira (2011), o grande problema que surge agora e instiga novos estudos em torno da responsabilidade é que, diferentemente do passado, as ações humanas intencionais têm, sobretudo em algumas áreas como ciência, tecnologia, meio ambiente, biogenética, nanotecnologia, direitos sociais prestacionais, projetado consequências para o futuro, e não imediatamente ou no instante do exercício do direito à liberdade ou à autonomia. Essas consequências têm se mostrado imprevisíveis, incalculáveis, no mais das vezes, irreversíveis e, em alguns casos mais graves, até mesmo fatais, como denunciou o acidente nuclear de Chernobyl em 1986 e, mais recentemente, em Fukushima, no Japão, em março de 2011.

Daí a necessidade de uma postura ativa, preventiva, de cautela, mas ao mesmo tempo de constante exercício assecuratório, sem que se exija rigorosamente a configuração do nexos causal típico da responsabilidade retrospectiva.

O tempo e o futuro vêm adicionando e, por conseguinte, adotando, a cada dia, novos filhos à já numerosa “família semântica” (Gorgoni, 2009, p. 254) da responsabilidade (Hart, 2008, p. 212),² exigindo-lhe novos esquemas e construções, nomeadamente extraídos da Constituição Federal, que possibilitem responsabilizar os tomadores de decisões do presente com repercussões vindouras.

² Atento à ambiguidade da palavra “responsabilidade”, Herbert Hart (2008) procura classificá-la em quatro concepções diversas: a) *Role-Responsibility*; b) *Causal Responsibility*; c) *Liability-Responsibility*; e d) *Capacity-Responsibility*. A que mais se aproxima da ideia veiculada pela responsabilidade prospectiva é a *Role-Responsibility*, que é uma responsabilidade derivada do papel que a pessoa física ou jurídica ocupa particularmente em algum lugar ou organização social, nascendo daí deveres específicos de atuar em determinado sentido e de acompanhar o desempenho desses mesmos deveres numa perspectiva futura. Neste sentido, esse dever, decorrente da *role-responsibility*, apresenta características protetivas normalmente voltadas para o futuro, pois independe da ação ou omissão do responsável.

A Constituição Brasileira de 1988 estabeleceu em várias cláusulas espalhadas ao longo de seu texto, enunciados como a proteção ambiental para as presentes e futuras gerações delineada no artigo 225, *caput*,³ segundo o qual imputa, “sob o pálio de uma perspectiva prospectiva da responsabilidade, um dever ao Estado e à coletividade em defender e preservar o meio ambiente para as presentes e futuras gerações, estabelecendo, em última instância, não um sentido setorial, adstrito ao universo ambiental, mas de teor geral e generalizante basilar na relação intergeracional do tecido social”. É dizer, o enunciado do dispositivo Constitucional, não serve apenas de paradigma normativo à proteção ambiental, mas a todas as esferas que se projetem para o futuro e representem algum risco de dano imprevisível ou incerto (Ferreira, 2011).

Fundamentada na Constituição Federal de 1988, sob o paradigma do Estado Democrático de Direito, a pesquisa defende a garantia e aplicação direta dos direitos fundamentais, com sujeição formal e material das práticas jurídicas aos conteúdos constitucionais, indicando que agentes econômicos, empresas e Estado devem atentar-se aos preceitos mandamentais da Carta Constitucional e da legislação infraconstitucional, para, no mínimo, alcançar um padrão de conduta que atenda aos ditames dos direitos fundamentais, de tal forma que seja possível observar que o desenvolvimento econômico não é mais importante que o desenvolvimento humano, tanto um, quanto o outro, promessas das tecnologias convergentes.

Discussão e Resultados

Dos laboratórios, os resultados das pesquisas na escala nanométrica ganham a indústria e se transformam em produtos, processos e serviços que já estão à disposição para o consumo, sem, no entanto, terem sido adequadamente avaliados os riscos tanto à saúde humana, quanto ao meio ambiente, bem como o devido monitoramento do descarte dos respectivos resíduos. Da mesma forma, pesquisas relatam potenciais efeitos toxicológicos de nanopartículas na saúde humana resultado de interações e alterações biológicas, físicas e químicas nos diversos sistemas funcionais orgânicos como respiratório, digestivo, nervoso, linfático, excretor, circulação sanguínea, pele, leite materno, músculos e placenta; além de contaminações no meio ambiente. Arremate-se que ainda não existe regulamentação jurídica específica na quase totalidade dos países produtores; não há consenso entre os cientistas sobre sua definição e metodologia para a aferição dos efeitos toxicológicos, bem como não há um controle sobre o efetivo número de nanopartículas existentes.

Embora as exposições de trabalhadores, consumidores e dos ecossistemas em contato com aplicações e produtos contendo nanomateriais se encontrem em contexto de significativa gravidade, podendo levar à riscos de exposição por inalação, absorção cutânea ou ingestão, e, apesar dos apelos à moratórias (ETC Group, 2003; Friends of the Earth, 2006; 2007; 2008; Miller, 2006; UITA, 2007) para que governos e indústrias elaborassem “regulamentos apoiados por uma abordagem preventiva” no sentido de atentar-se para a problemática gerada pela nanotecnologia, a regulamentação jurídica do uso dessa tecnologia avançou lentamente ao redor do globo, no sentido de garantir a segurança de trabalhadores, consumidores e dos ecossistemas em contato com suas aplicações e produtos.

³ “Art. 225. Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.”

Nesse cenário, dois instrumentos passaram a protagonizar a gestão dos “novos danos” (danos ainda mais complexos e insidiosos, como aqueles inerentes às questões ambientais), a saber, os já bem conhecidos princípios da prevenção e da precaução. Ambos estabelecem mecanismos voltados ao *evitar* e não ao reparar, mas a ideia de precaução é particularmente mais ampla. A precaução como princípio surge na Alemanha (*Vorsorgeprinzip*). *Vorsorge* vem a ser mais do que um simples “dever de cuidado” (*sorgfaltspflicht*). Ele estabeleceu, assim, um paradigma novo para dar uma proteção *ex ante*, a interesses de ordem coletiva ou futuros. Um “simples” perigo, ainda que sem provas científicas conclusivas, já estaria a autorizar a adoção de medidas jurídicas para impedir que o próprio dano deixe de acontecer (Câmara Carrá, 2016).

Para Cyril Sintez (2011, p. 451), antes da realização do fato danoso, como evidenciam as situações de ameaça à vida privada, a sanção deve ser dada para antecipar-se à realização mesma do dano, ainda que o risco não seja de todo conhecido considerando-se o chamado *estado da arte*. Aqui é expressa a referência ao princípio precautório, que outorga o derradeiro fundamento normativo para as conclusões apresentadas por Sintez: “Assim, antes da realização do fato danoso, as manifestações preventivas da responsabilidade civil se realizam, seja por meio de medidas preventivas de antecipação do risco conhecido, seja por meio de medidas de precaução”.

Entende-se, a partir daí, que o princípio da precaução (imbricado com os princípios da solidariedade entre gerações ou da responsabilidade de longa geração), deve ser aplicado ao gerenciamento de possíveis riscos ocasionados pelo desenvolvimento com utilização da nanotecnologia, considerando-se seu reconhecimento no direito interno e em documentos internacionais ratificados pelo Brasil, quando incertezas científicas em razão da alta complexidade da ciência e da sociedade se impõem.

Em nível global, governos, fabricantes e organizações civis são desafiados a estabelecerem um sistema jurídico-legal que contemple novas metodologias precaucionais de gestão e monitoramento de prováveis e alguns já comprovados riscos e danos ocorridos durante a cadeia produtiva e a pós-comercialização de produtos contendo nanomateriais e nanopartículas. Estudos e relatos científicos tem recomendado que os nanomateriais sejam tratados como se fossem substâncias inteiramente novas em relação àquelas inseridas no âmbito de regulamentação de produtos químicos, medicamentos, alimentos, cosméticos e outros temas, exigindo-se para tanto, alterações ou nova legislação.

Novas metodologias devem incorporar critérios de tamanho, forma, área de superfície, área de atividade e estrutura, além de exigir a construção de novos instrumentos de detecção, monitoramento e a caracterização adequada de nanomateriais, bem como os processos de compreensão que acontecem na superfície da nanopartícula quando em contato com os sistemas vivos, a fim de entender os possíveis efeitos toxicológicos, e, por conseguinte, contemplar as especificidades de controle e gerenciamento dos riscos em toda a cadeia produtiva e ciclo de vida de produtos e serviços com nanotecnologia.

Inobstante a inexistência de lei específica regulamentando a matéria da nanotecnologia no Brasil, conclui-se que de forma reflexa e parcial, pela via da interpretação integrativa da *analogia legis*, o ordenamento jurídico brasileiro oferece regulamentação à nanotecnologia, para identificação da responsabilidade, mensuração dos parâmetros, sanção e estabelecimento de condutas precavidas no trato para com o risco nanotecnológico, em especial por estabelecerem o princípio da precaução, como a Lei de Biossegurança nº. 11.105/2005; a Política Nacional de Resíduos Sólidos nº. 12.305/2010; de Atividades Nucleares nº. 6.453/1977, além da prática jurisprudencial

com aplicação de tratados internacionais ratificados pelo Brasil, antes e após a promulgação da Constituição Brasileira de 1988, entre eles, a Agenda 21 (1992) e o Protocolo de Cartagena sobre Biossegurança (2000) e, do recurso aos princípios constitucionais inspiradores do sistema da *analogia juris*, como o princípio da precaução fundamentado pela obrigação geral de segurança e da reparação integral dos danos, da dignidade humana, respeito à vida e à saúde.

Permanece, contudo, o desafio jurídico brasileiro em regulamentar específica e abrangentemente a nanotecnologia ou promover a adaptação em especial das leis de biossegurança e de resíduos sólidos para seu adequado descarte, envolvendo a geração de novas metodologias e protocolos com abordagem multidisciplinar, principalmente entre a química, responsável pela síntese, quantificação e caracterização dos materiais, a biologia e a medicina, na concepção dos ensaios e na interpretação dos resultados a fim de se identificar e avaliar sistematicamente materiais e processos alternativos mais seguros, e com isso, antecipar os riscos potenciais de produtos e processos contendo nanopartículas e nanomateriais, atentando-se para a Constituição Federal de 1988 de viés garantista, e dirigente para o campo da formulação, interpretação e aplicação das leis, a qual vincula todos os poderes estatais (Executivo, Legislativo e Judiciário), indústrias, cientistas, laboratórios, universidades e demais partes interessadas no desenvolvimento da nanotecnologia, com propósito de garantir que a sociedade venha desfrutar dos benefícios econômicos e sociais generalizados que a nanotecnologia promete oferecer.

Conclusões

É apontado que a nanotecnologia pode ser a próxima revolução industrial, com a esperança de que suas inovações permitam direcionar a nossa sociedade para um caminho mais sustentável, todavia Rejeski *et al.* (2008) concluem: “as experiências do passado com a introdução de novas tecnologias e materiais (por exemplo, amianto, chumbo, alimentos geneticamente modificados, DDT) devem convencer o governo e a indústria que muito pode dar errado se descaracterizarmos a bússola social ou científica, nesta fase inicial da nossa jornada”.

Importante observar que as transformações por que passa a sociedade afetam suas necessidades vitais que se originam, “normalmente, da mudança das condições de vida provocadas pelos descobrimentos científicos e suas aplicações tecnológicas” (De La Cueva, 2004) tais como questões relacionadas com a biotecnologia, biomedicina, biogenética, a reprodução assistida, clonagem humana, transplante de órgão, alimentos transgênicos, a globalização da economia e a deterioração da biota, o tráfico internacional de drogas, exigem um posicionamento do sistema jurídico seja no sentido de ordenar e limitar a aplicação de novos empreendimentos terapêuticos, seja no sentido de punir desvios comportamentais que afetam o bem-comum.

Nesse caso, a Constituição Brasileira, como fonte maior do Direito: “servirá para explicitar a tensão entre o mundo dos valores e o mundo da regulação social, fazendo com que a sociedade integre no seu cotidiano normas, que não se resumem à solução de conflitos interindividuais ou grupais, mas que forneçam os parâmetros de uma sociedade, garantidora do bem comum, da segurança jurídica e da justiça” (Barretto, 2006).

Referências

- Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial. Nanotecnologias: subsídios para a problemática dos riscos e regulação. Brasília: ABDI, 2011.
- Barretto, V. de P. A leitura ética da Constituição, 2006: Disponível em <http://www.egov.ufsc.br/portal/sites/default/files/anexos/15287-15288-1-PB.pdf>. Acessada em Agosto 2015.
- Câmara Carrá, B.L. É possível uma responsabilidade civil sem dano? 2016. Disponível em <http://www.conjur.com.br/2016-abr-18/direito-civil-atual-possivel-responsabilidade-civil-dano>. Acessada em Agosto 2016.
- Davies, J.C. Managing the Effects of Nanotechnology. Woodrow Wilson International Center for Scholars. Project on Emerging Nanotechnologies, Washington DC, 2006: Disponível em <http://www.wilsoncenter.org/article/managing-the-effects-nanotechnology>. Acessada em Março 2015.
- De La Cueva, P. L. M.; Derechos Fundamentales y Avances Tecnológicos. Los riesgos del progreso. Boletín Mexicano de Derecho Comparado, 2004, 37, 109. ISSN 0041-8633.
- Drobne, D. Nanotoxicology for safe and sustainable nanotechnology. Arh Hig Rada Toksikol. 2007, 58, 471.
- Engelmann, W.; Von Hohendorff, R. Das Nanopartículas aos Riscos em grande escala: os desafios e as possibilidades do emprego da precaução na implantação das nanotecnologias. In: Desafios socioambientais para a construção de um marco regulatório específico para a nanotecnologia no Brasil: Anais do I Congresso Sul Brasileiro sobre Direito e Nanotecnologia. [ebook]/ Orgs. Reginaldo Pereira, Silvana Winckler. São Leopoldo: Karywa, 2014. Disponível em <https://editorakarywa.files.wordpress.com/2014/11/anais-do-i-congresso-sul-brasileiro-sobre-direito-e-nanotecnologia.pdf>. Acessada em Janeiro 2015.
- ETC Group. No Small Matter II: the case for a global moratorium: size matters! ETC Group. Winnipeg, Canada, Occasional paper series, 7, 1, April 2003. Disponível em http://www.etcgroup.org/upload/publication/165/01/occ.paper_nanosafety.pdf.
- Ferreira, C.W.D. A responsabilidade prospectiva como princípio implícito na ordem constitucional brasileira. Revista Direito e Liberdade, ESMARN, 2011, 13, 2, 45-70, jul/dez.
- Friends of the Earth. Australia and United States, Nanomaterials, Sunscreens and Cosmetics: Small Ingredients, Big risks, Report, May 2006. Disponível em <http://nano.foe.org.au/node/125>. Acessada em Maio 2016.
- Friends of the Earth. Australia, International Union of Food Workers Calls for moratorium on nano in food and agriculture, 2007. Disponível em <http://nano.foe.org.au/node/195>. Acessada em Maio 2016.
- Friends of the Earth. Australia, Europe & United States, Out of the laboratory and on to our plates: Nanotechnology in food & agriculture, March 2008: Disponível em <http://nano.foe.org.au/node/219>. Acessada em Maio 2016.
- Gorgoni, G. La Responsabilità come Progetto. Primi Elementi per un'analisi dell'idea giuridica di Responsabilità Prospettica. Revista Diritto e Società. vol. 2. Nuova Serie. Padova: Cedam, 2009.
- Hart, H.L.A. Punishment and Responsibility. Second Edition. New York: Oxford University Press, 2008.
- International Union of Food, Agricultural, Hotel, Restaurant, Catering, Tobacco and Allied Workers' Associations. Principles for the Oversight of Nanotechnologies and Nanomaterials, Resolution. IUF and 43 other organizations, 2007: <http://www.iufdocuments.org/www/documents/Principles%20for%20the%20Oversight%20of%20Nanotechnologies%20and%20Nanomaterials.pdf> (acessada Mar/2015).
- International Risk Governance Council. White Paper on Nanotechnology Risk Governance, n. 2 by Ortwin Renn and Mike Roco, with Annexes by Mike Roco and Emily Litten, Geneva, 2006. Disponível em https://www.irgc.org/IMG/pdf/IRGC_white_paper_2_PDF_final_version-2.pdf.
- International Risk Governance Council. Appropriate Risk Governance Strategies for Nanotechnology Applications in Food and Cosmetics, Geneva, 2009. Disponível em https://www.irgc.org/IMG/pdf/irgc_nanotechnologies_food_and_cosmetics_policy_brief.pdf.
- Lai, J.C.; Ananthakrishnan, G.; Jandhyam, S.; Dukhande, V.V.; Bhushan, A.; Gokhale, M.; Daniels, C.K.; Leung, S.W. Treatment of human astrocytoma U87 cells with silicon dioxide nanoparticles lowers their survival and alters their expression of mitochondrial and cell signaling proteins. Int. J. Nanomedicine, 2010, 5, 715-23.
- Maynard, A.D. Nanotechnology and Occupational Health. CDC National Institute for Occupational Safety and Health. EPA, 2005. Disponível em http://epa.gov/ncer/nano/lectures/maynard_06_13_05_presentation.pdf.> Acessada em Agosto 2015. Palestra publicada no site da EPA, no hyperlink Nanotechnology: Lectures.

- McIntyre R. A. Common nano-materials and their use in real world applications. *Science Progress*, 2012, 95, 1.
- Miller, G. Friends of the Earth Australia, Nanomaterials, Sunscreens and Cosmetics: small ingredients, big risks, 2006. Disponível em <http://www.foeeurope.org/activities/nanotechnology/nanocosmetics.pdf>.
- Organización Internacional del Trabajo. Riesgos emergentes y nuevos modelos de prevención en un mundo de trabajo en transformación. Ginebra, 2010. Disponível em http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_protect/---protrav/---safework/documents/publication/wcms_124341.pdf. Acessada em Março 2016.
- Renn, O.; Roco, M.C. White Paper on Nanotechnology Risk Governance. Geneva: IRGC, 2006.
- Rejeski, D.; Lekas, D. Nanotechnology field observations: scouting the new industrial West, *Journal of Cleaner Production*, 2008, 16, 1014.
- Roco, M.C.; Mirkin, C.A.; Hersam, M.C. Nanotechnology Research Directions for Societal Needs in 2020: Summary of International Study; *J Nanopart Res.* 2011. DOI 10.1007/s11051-011-0275-5.
- Sintez, Cyril. La sanction préventive en droit de la responsabilité civile: contribution à la theorie de l'interprétation et de la mise en effet des normes. Paris: Dalloz, 2011.
- Soil Association. Soil Association first organisation in the world to ban nanoparticles: potentially toxic beauty products that get right under your skin, Soil Association Press Release, 2008. Disponível em <http://www.soilassociation.org/web/sa/saweb.nsf/848d689047cb466780256a6b00298980/42308d944a3088a6802573d100351790!OpenDocument>.
- Taylor, M.R. Regulating the products of nanotechnology: does the FDA have the tools it needs?, Project on Emerging Nanotechnologies at the Woodrow Wilson International Center for Scholars, October 2006. Disponível em http://www.nanotechproject.org/file_download/110.
- United States Environmental Protection Agency. Nanomaterial Case Studies: Nanoscale Titanium Dioxide in Water Treatment and in Topical Sunscreen (Final). U.S. EPA, Washington, DC, 2010. EPA/600/r-09/057F. Disponível em <https://cfpub.epa.gov/ncea/risk/recordisplay.cfm?deid=230972&CFID=60932704&CFTOKEN=77809142>. Acessada em Março 2016.
- Woodrow Wilson International Center for Scholars. The Project on Emerging Nanotechnologies: Consumer Products Inventory, 2008. Disponível em <http://www.nanotechproject.org/inventories/consumer/search/>

Site

<http://www.beilstein-journals.org/bjnano/single/articleFullText.htm?publicId=2190-4286-6-181>.
Acessada em Julho 2016. Nanotechnology in the real world: Redeveloping the nanomaterial consumer products inventory.