

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL- UFRGS
UNIDADE ACADÊMICA DE PÓS-GRADUAÇÃO
CURSO DE DIREITO DO CONSUMIDOR E DIREITOS FUNDAMENTAIS

PAOLA LEONETTI

**O RISCO DO DESENVOLVIMENTO, O PRINCÍPIO DA PRECAUÇÃO E SUA
RELAÇÃO COM AS NANOTECNOLOGIAS NO CENÁRIO ATUAL.**

PORTO ALEGRE

2015

PAOLA LEONETTI

**O RISCO DO DESENVOLVIMENTO, O PRINCÍPIO DA PRECAUÇÃO E SUA
RELAÇÃO COM AS NANOTECNOLOGIAS NO CENÁRIO ATUAL.**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como requisito parcial para a
obtenção do título de Pós- Graduação em
Ciências Jurídicas e Sociais na área de
Direito do Consumidor e Direitos
Fundamentais, pela Universidade Federal
do Rio Grande do Sul- UFRGS

Orientadora: Profa. Dra. Claudia Lima
Marques

PORTO ALEGRE

2015

Além de um desafio tecnológico, também enfrentaremos um desafio social. O progresso científico está prestes a dividir a sociedade de forma permanente, entre os que são capazes de compreender a tecnologia e aqueles que não o são. Se isso acontecer, a elite tecnológica controlará a riqueza e o poder. Os carentes tecnológicos se tornarão uma subclasse permanente. E essa é a fórmula para o desastre.¹

Não se sabem, ainda, todas as implicações e a dimensão dos riscos das nanotecnologias. Tampouco se elas ameaçam (ou ameaçarão) a humanidade e o meio ambiente. Para tanto, o Princípio da Precaução terá um novo papel para tutelar essa 'tensão', utilizando-se da transdisciplinariedade, a fim de promover o diálogo entre o Direito e as demais áreas do conhecimento, especialmente aquelas integrantes das 'ciências exatas'.²

¹ PROPHET, Elizabeth Clare; **As profecias de Saint Germain para a Era de Aquário**. 8º Ed, São Paulo: Nova Era, 2007.

² ENGELMANN, Wilson; MACHADO, Saraiva Viviane. Do princípio da precaução à precaução como princípio. Construindo as bases para as nanotecnologias compatíveis com o meio ambiente. **Revista de Direito Ambiental**, São Paulo, ano 18, p. 15, jan./mar. 2013.

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo aferir qual a relação entre a Nanotecnologia e o risco do desenvolvimento e se realmente há uma eficácia deste instituto frente aos desafios do novo milênio. O tema elencado está em crescente processo de instalação no atual contexto social, gerando muitas dúvidas e temores acerca dos eventuais riscos advindos desta nova tecnologia.

Os “produtos nanotecnológicos” estão chegando ao mercado consumidor nacional e internacional indiscriminadamente, mesmo em face do desconhecimento de seus riscos. A nanotecnologia é um grande divisor de águas no que concerne à capacidade criativa humana do último século, deflagrando o poder da manipulação da matéria em sua forma atômica e determinando, pela alteração de propriedades físico-químicas na escala nano, funções aprimoradas e vantajosas para determinados produtos, como por exemplo, o carbono que em forma nano se torna semicondutor, enquanto que na forma de diamante não, e ainda outros materiais que nesta mesma escala se tornam mais rígidos que o aço, enquanto que na forma macro, como costumeiramente utilizada, nem era cogitada para nova finalidade.

Tudo isso ressalta a importância da aplicação do Princípio da Precaução e da teoria do Risco do Desenvolvimento frente à crescente utilização deste novo instrumento tecnológico nos mais variados setores do conhecimento humano, mostra-se evidente a preocupação com seus usos, bem como se os métodos utilizados são coerentes e precisos no que tange a mensuração de seus riscos para o homem e para o meio em que vive. Recomenda-se a utilização do princípio da precaução o que implicaria esperar a ciência galgar um nível maior de conhecimento sobre os prováveis fenômenos e sobre as propriedades referentes às nano escalas, possibilitando, assim, um cálculo aproximado dos benefícios e dos riscos envolvidos, em face da incerteza e imprevisibilidade sobre o uso deste novo advento, devendo este se pautar no princípio da boa-fé objetiva para alcançar este desiderato. O advento das nanotecnologias acabou colocando o consumidor em um papel de fragilidade exacerbada e prejudicando o exercício da livre escolha dos produtos a serem adquiridos, considerando o desconhecimento sobre os riscos, seja por não saberem qual o método utilizado em sua fabricação, seja pela ausência de um inventário sobre as nanopartículas já desenvolvidas pela ação humana. Este

trabalho foi elaborado a partir do método fenomenológico-hermenêutico e bibliográfico.

Palavras-Chave: Nanotecnologia. Princípio da Precaução. Risco do Desenvolvimento. Informação . Boa-fé Objetiva.

ABSTRACT

The present monograph has the objective to measure the relationship between Nanotechnology and the risk of development and if there really is an effectiveness of this institute to meet the challenges of the new millennium. The theme is set out in a growing process of installation in the current social context, generating many doubts and fears about the possible risks arising from this new technology.

The "nano products" are coming to the national and international market indiscriminately, even in the face of ignorance of their risks. Nanotechnology is a major watershed in the human creative abilities in the last century, generating the power of amendment of the matter in atomic form, by its manipulation in nano fraction, enhanced functions and favorable for certain products such as carbon in nano scale becomes an excellent driver, while in Diamond form does not have good conductivity. There are still other materials on nano scale can become more rigid than steel, while in macro form wouldn't be considered such function.

All this underscores the importance of applying the principle of concern and the risk of development theory facing the increasing use of this new technological tool in the most varied sectors of human knowledge, highlighting the concern with its use, as well as the adequacy and accuracy of their methods in your application.

It is recommended to use the precautionary principle which would mean waiting for the Science evolve more into knowledge about the likely phenomena and properties related to nano scale, enabling thus an approximate calculation of the benefits and risks involved, facing of uncertainty about the use of this new advent and should be based on the principle of good Faith aims to reach its goal.

The advent of nanotechnology has just putting the consumer in a role of weakness exacerbated and hindering the exercise of free choice of the products to be purchased, whereas the lack of knowledge about the risks, either because they do not know what the method used in their manufacture, whether by the lack of an inventory of the nanoparticles already developed by human action. This work was prepared from the phenomenological method-hermeneutic and bibliographic.

Key Words: Nanotechnology. Precautionary Principle. Risk of Development. Information. The objective Good Faith

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Tamanho das nanopartículas.....	13
Figura 2 – Aplicações das Nanotecnologias em Variadas Áreas	16

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Fomento ás Nanotecnologias	14
Gráfico 2 – Produtos nanotecnolóxicos por setor.....	20
Gráfico 3 – Mandala Nanotecnolóxica	21

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 AS NANOTECNOLOGIAS NO CENÁRIO ATUAL.....	10
2.1 Considerações Preliminares sobre as Nanotecnologias.....	12
2.2 Nanotecnologia: Desafios e Possibilidades	18
3 O PRINCÍPIO DA PRECAUÇÃO E A BOA-FÉ OBJETIVA: O RISCO DO DESENVOLVIMENTO E SEUS REFLEXOS NA NANOTECNOLOGIA	23
3.1 Os Riscos Inerentes às Nanotecnologias	36
3.2 O Risco do Desenvolvimento e sua utilização frente às Nanotecnologias	45
5 CONCLUSÃO	50
REFERÊNCIAS.....	53

1 INTRODUÇÃO

Este trabalho abordará como o atual contexto jurídico está tratando as nanotecnologias e os eventuais riscos inerentes a elas e acerca dos produtos que se utilizam desta novidade, os quais são vendidos e distribuídos livremente no mercado consumidor.

É sabido que para se ter informação sobre determinado risco deve-se ter conhecimento técnico-científico suficiente para a sua mensuração. Entretanto, no campo das nanotecnologias, assim como em outros tantos setores e áreas de conhecimento, não há a menor ideia de quais podem ser os resultados do consumo de alimentos, vestuário e até mesmo como a natureza irá reagir a longo prazo com esta inovação tecnológica, desta forma, os setores de pesquisa e produção ignoram a amplitude dos efeitos que esse cenário poderá gerar. Desta forma, aplica-se a teoria do risco do desenvolvimento para que se possa amenizar e salvaguardar direitos básicos dos consumidores, bem como utiliza-se o Princípio da Precaução como limite à produção exacerbada deste produtos nano.

Diante desta problemática, torna-se urgente a participação do Direito, seja para o desenvolvimento de marcos regulatórios, seja para uma explanação normativa mais sólida ao que permanece na obscuridade atual no que concerne à responsabilização dos fornecedores no que tange ao risco do desenvolvimento.

O tema elencado está em crescente processo de instalação no atual contexto social, gerando muitas dúvidas e temores acerca dos eventuais riscos decorrentes desse novo advento. O mercado consumidor, de maneira global, esta sendo inundado com esta novidade, movido pelo afã das facilidades prometidas tanto na esfera da eficácia quanto na visão do lucro, mesmo em face do desconhecimento de seus riscos. Tal evento enaltece a importância de um maior entendimento sobre a teoria do risco do desenvolvimento bem como do uso do princípio da precaução.

O avanço das nanotecnologias se dá nos mais variados setores, como: industrial, automobilístico, médico-odontológico, farmacêutico, cosmético, têxtil e alimentício, entre outros, que vêm se utilizando desta tecnologia que manipula uma escala infimamente pequena. Entretanto, os setores de pesquisa e produção ignoram a amplitude dos efeitos que esse cenário poderá gerar.

Justifica-se a abordagem deste tema na medida em que a relação entre o Direito e os avanços nanotecnológicos é muito recente. A área jurídica está sempre

em busca de acompanhar o avanço social e para isso deve enfrentar novos direitos e deveres que surgem em decorrência disso. A produção de objetos inseridos no mercado consumidor está operando em uma escala cada vez menor, utilizando medidas muito além da possibilidade humana da visão e das conhecidas até o momento. Além disso, a possibilidade de manipulação de átomos e moléculas gera uma alteração em suas propriedades. A combinação dessas características acrescidas pelas interações feitas pelo meio ambiente e pelo ser humano podem gerar efeitos tóxicos, a maioria dos quais ainda é desconhecida, dada a ausência de metodologia específica para sua constatação e estudo. Aí se inserem os riscos nanotecnológicos e de desenvolvimento, e, mesmo em face deste cenário de incertezas, diversos produtos estão chegando ao mercado e sendo consumidos. Ainda que não ocorram reações imediatas, não se tem nenhum nível de certeza se eles realmente poderão ocorrer *a posteriori*.

Neste novo cenário, a real eficácia do risco do desenvolvimento e do Princípio da Precaução dependerá de um sistema jurídico-normativo, aberto e flexível, capaz de absorver e se adequar às novas demandas. Diante disso, utilizou-se um viés teórico- bibliográfico da pesquisa, buscando definir, ou ao menos almejar, um contorno que o risco do desenvolvimento deverá conter para dar conta dos desafios gerados pelo universo *nanotech*.

2 AS NANOTECNOLOGIAS NO CENÁRIO ATUAL

As novas tecnologias têm tido um papel cada vez maior em nossa sociedade, emergindo em alta evolução e desafiando nossa capacidade de compreensão, gerando desafios e demonstrando que tais tecnologias ingressam em escalas cada vez menores nas estruturas naturais visando extrair maiores benefícios. Vislumbra-se uma zona que está envolvendo estudiosos das mais variadas áreas do conhecimento visando aumentar o grau de informação acerca do mundo *nanotech*.

A nanotecnologia vem influenciando muitas pesquisas e inovações, diversos países estão investindo nesta tecnologia do novo milênio, tais como Europa, Japão e Estados Unidos, bem como atualmente o BRIC (Brasil, Rússia, Índia e China) entre outros que vêm se destacando em grandes investimentos neste setor promissor, conforme se pode aferir nas conclusões de acesso livre dos documentos

“*Nanotechnology Market Forecast to 2011*”³ e “*Nanotechnology Market Forecast to 2013*”⁴, da MarketResearch.com. O relatório estima que haja um mercado mundial de bens manufaturados com nanotecnologias no valor de 1,6 trilhões de dólares em 2013, representando um grande crescimento desta tecnologia, ainda que esteja em sua fase inicial. Destaca, ainda, que muitos países planejam a regulamentação do setor, inclusive o Brasil. Tais dados indicam que a nanotecnologia é uma revolução tecnológica que efetivamente está se instalando no cenário atual, e, como tal, necessita de marcos regulatórios para que a mesma se instale de maneira segura e eficaz.

Diante disso, o Congresso Nacional já está se manifestando, através do projeto de lei do Senador Sr. Sarney Filho⁵, que será abordado mais adiante.

Hodiernamente as nanotecnologias estão ingressando no mercado consumidor, e como resultado disso, as pesquisas estão cada vez mais focadas nesta área, conforme o Prof. Dr. Engelmann nos versa:

As nanotecnologias estão em processo de instalação no contexto social, alargando-se a pesquisa nos centros de estudos, a transferência da tecnologia para os mais variados segmentos do setor industrial a partir da nanoescala e, por fim, a comercialização dos produtos no mercado consumidor nacional e internacional.⁶

Entretanto, apesar de muitos estudos e indicativos para a segurança do ser humano e do meio ambiente, os riscos desta nova tecnologia ainda não estão totalmente desenhados. Há um *déficit legislativo* sobre o tema, demonstrando o dever de inspirar-se nos princípios da precaução para que não haja danos para as gerações futuras decorrentes desta falta de marcos regulatórios e de maiores informações.

³ NANOTECHNOLOGY Market Forecast to 2011. [S.l.], Abr. 2008. Disponível em: <http://www.researchandmarkets.com/reports/599660/nanotechnology_market_forecast_to_2011>. Acesso em: 29 jul. 2013.

⁴ NANOTECHNOLOGY Market Forecast to 2013. [S.l.], Jan. 2011. Disponível em: <http://www.researchandmarkets.com/research/2012b4/nanotechnology_mar>. Acesso em: 29 jul. 2013.

⁵ SARNEY FILHO, José. Projeto de Lei. 2013. Regulamenta a rotulagem de produtos da nanotecnologia e de produtos que fazem uso da nanotecnologia. Disponível em: <http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra?codteor=1064788&filename=PL+5133/2013>. Acesso em: 30 jul. 2013.

⁶ ENGELMANN, Wilson. O diálogo entre as fontes do direito e a gestão do risco empresarial gerado pelas nanotecnologias: construindo as bases à juridicização do risco. In: STRECK, Lenio Luiz; ROCHA, Leonel Severo; ENGELMANN, Wilson (Org.). **Constituição, sistemas sociais e hermenêutica**: anuário do Programa de Pós-graduação em Direito da UNISINOS: mestrado e doutorado: n. 9. Porto Alegre: Livraria do Advogado; São Leopoldo: UNISINOS, 2012. p. 319.

Assim, a gestão do risco e a remodelação da estrutura de construção do jurídico e dos efeitos jurídicos mostram-se como alternativas viáveis, especialmente para dar conta dos riscos do desenvolvimento [...] Considerando o *deficit* legislativo sobre as nanotecnologias, ganharão importância outros atores de produção do jurídico e Fontes do Direito que até então sempre estiveram à sombra do texto da lei, mormente na estrutura normativista do Direito consolidada a partir de Hans Kelsen. Destarte, faz-se necessário observar como serão produzidas e comunicadas as decisões jurídicas produzidas a partir do diálogo entre as Fontes do Direito, sustentadas no/ pelo controle de constitucionalidade e controle de convencionalidade. (grifo do autor).⁷

2.1 Considerações Preliminares sobre as Nanotecnologias

No contexto atual muito se fala sobre as nanotecnologias, mas o que é nanotecnologia? Quem será atingido por essa inovação tecnológica?

O prefixo “nano” denota de um fator de 10^{-9} , tendo origem grega *nannos*, significando tornar menor.⁸

O termo “nano” representa uma medida equivalente à bilionésima parte de um metro, isto é, ao se dividir um metro por um bilhão de vezes, chegamos ao nanômetro.⁹

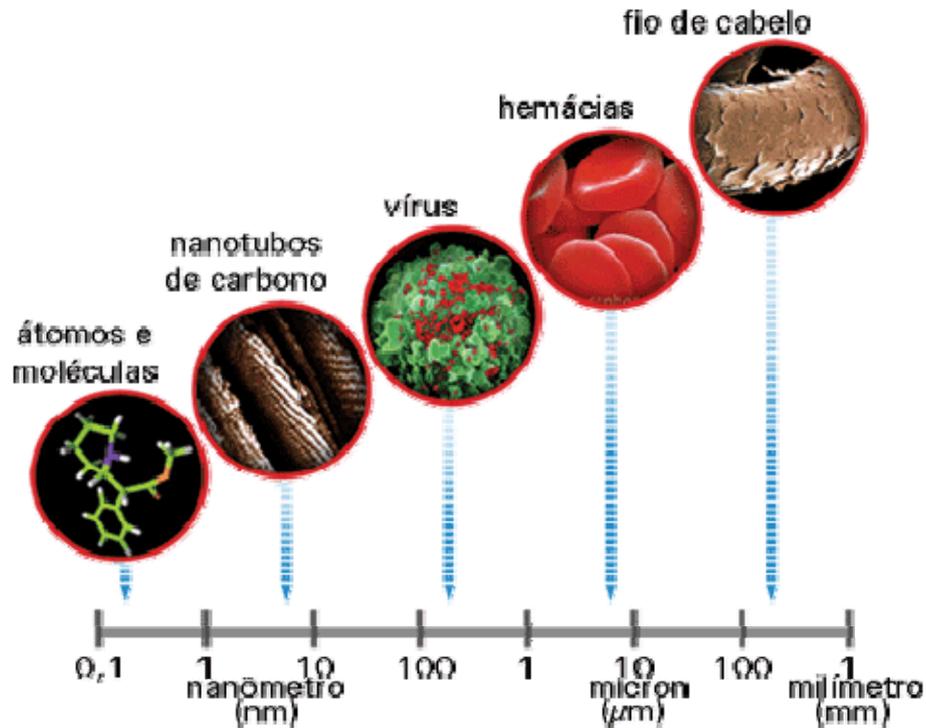
Abaixo segue figura 1 para explicitar a grandeza das nanopartículas.

⁷ ENGELMANN, Wilson. O diálogo entre as fontes do direito e a gestão do risco empresarial gerado pelas nanotecnologias: construindo as bases à juridicização do risco. In: STRECK, Lenio Luiz; ROCHA, Leonel Severo; ENGELMANN, Wilson (Org.). **Constituição, sistemas sociais e hermenêutica**: anuário do Programa de Pós-graduação em Direito da UNISINOS: mestrado e doutorado: n. 9. Porto Alegre: Livraria do Advogado; São Leopoldo: UNISINOS, 2012.p. 320-321.

⁸ OZIN, Geoffrey A.; ARSENAULT, André C. **Nanochemistry**: a chemical approach to nanomaterials. Cambridge: Royal Society of Chemistry, 2005. p. 2.

⁹ “A ISO estabeleceu algumas normas onde são especificados conceitos chaves para se entender o mundo das nanotecnologias: a) **Nanoescala**: tamanho que compreende aproximadamente as medidas de 1 a 100 nanômetros. 1: ‘coisas’ que não estrapolarem o tamanho máximo da nanoescala estarão muito provavelmente, mas não exclusivamente, compreendidas nessa escala. Para elas os limites de tamanho são considerados aproximados. 2: o limite mínimo nessa definição é introduzido para evitar com que grupos pequenos e únicos de átomos sejam designados como “nano-objetos” ou elementos nanoestruturados, o que poderia ocorrer com a ausência de um limite mínimo para a nanoescala. b) **Nano-objeto**: material com uma, duas ou três dimensões externas na nanoescala. 1: termo genérico para todos objetos nanoestruturados quando separados. c) **Nanopartículas**: um nano-objeto com todas as três dimensões externas na nanoescala. 1: se o comprimento da maior dimensão for significativamente maior do que a da menor dimensão(geralmente por mais de três vezes) os termos ‘nanofibra’ ou ‘nanoplaca’ são utilizados no lugar de nanopartícula. Estes conceitos integram a norma nº ISSO/TS 27687:2008 ‘lists unambiguous terms and definitions related to particles in the Field of nanotechnologies. It is intended to facilitate communications between organizations and individuals in industry and those who interact whit then’. INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO/TS 27687**: 2008: Nanotechnologies -- Terminology and definitions for nano-objects -- Nanoparticle, nanofibre and nanoplate. Geneva, 26 Jan. 2012. Disponível em: <http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=44278&commun_id=381983>. Acesso em: 31 jul. 2013.

Figura 1 – Tamanho das nanopartículas



Fonte: Arte...¹⁰

Pode-se dizer que a nanopartícula é para uma bola de futebol assim como a bola é para a terra. Cabe dizer:

A nanotecnologia manipula átomos e moléculas para realizar processos, constrói coisas ou construir seres vivos. Ela funciona rearranjando a matéria na escala de átomos, que são a forma estrutural mais elementar de qualquer coisa ou de qualquer ser vivo. A 'matéria-prima' usada pela nanotecnologia são os elementos químicos da Tabela Periódica - os blocos básicos de construção de **tudo quanto existe** - tanto animado (que tem vida) quanto inanimado (não vivo).¹¹

A tecnologia nanométrica representa diversas técnicas para a produção de bens com características bem diferentes daquelas existentes em tamanhos maiores na natureza, assim, diante desta característica própria é que se requer uma atenção redobrada, já que as reações físico-químicas dos materiais nesta escala apresentam

¹⁰ ARTE nanotecnológica. **O portal oficina de textos**, São Paulo, 19 fev. 2013. Disponível em: <<http://www.comunitexto.com.br/arte-nanotecnologica/#.UlfqExDxxZI>>. Acesso em: 30 out. 2013.

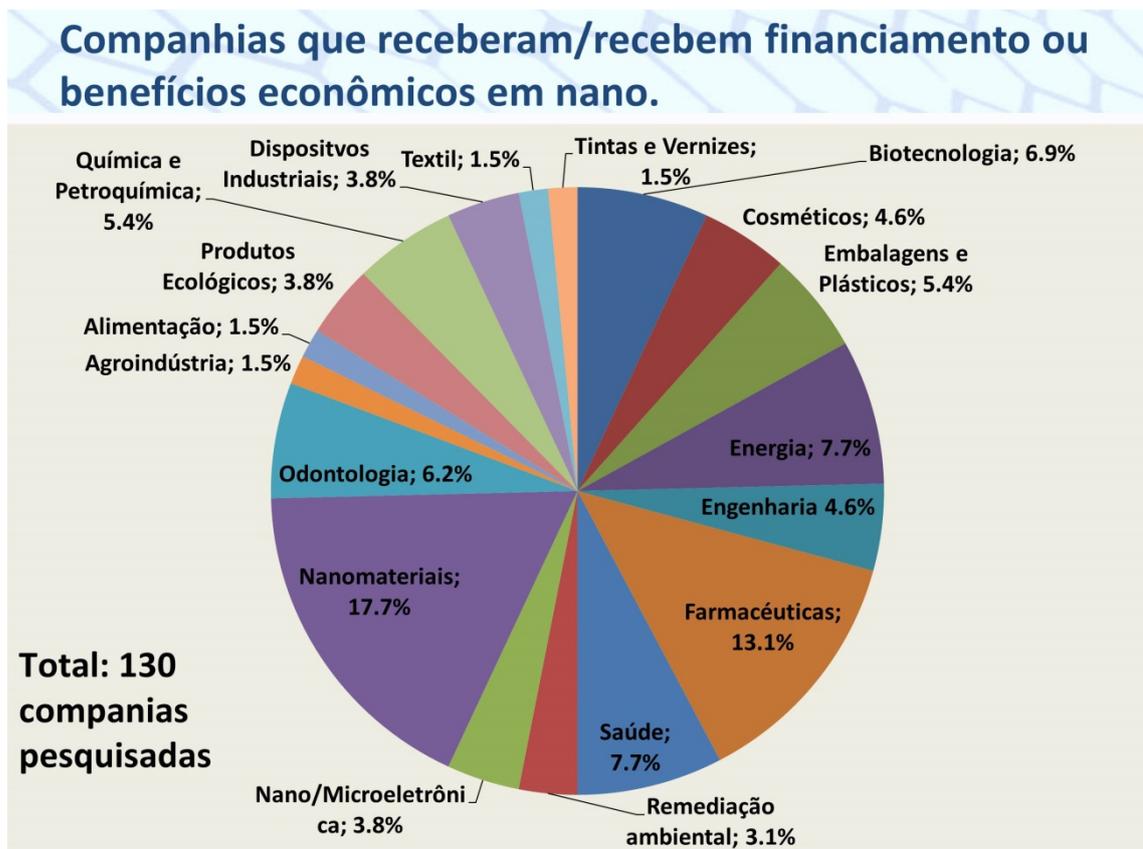
¹¹ A MANIPULAÇÃO do invisível. **Novas Tecnologias Nanotecnologia**, [S.l.], primavera 2009.

diferenças tanto na reação molecular em si, quanto na interação com o meio ambiente ou até mesmo com o corpo humano.

Diante dessa inovação, citar-se-ão alguns setores que fazem uso da nanotecnologia hodiernamente, quais sejam: tratamento e remediação da água, cosméticos, plásticos e polímeros, cimento e concreto, energia, siderurgia, agropecuária, cerâmicas e revestimentos, aeroespacial, naval e automotivo, microeletrônica, diagnóstico e prevenção de doenças, medicamentos, entre outros tantos.

Abaixo, segue o gráfico 1 que demonstra as áreas que mais fazem uso das nanotecnologias no cenário nacional, bem como as que mais recebem fomento para a instalação desta nova tecnologia.

Gráfico 1 – Fomento às Nanotecnologias



Fonte: A Nanotecnologia...¹²

¹² A NANOTECNOLOGIA no Brasil. Brasília, DF: Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. [2013?]. Disponível em: <<http://nano.mct.gov.br/a-nanotecnologia-no-brasil/>>. Acesso em: 08 out. 2013.

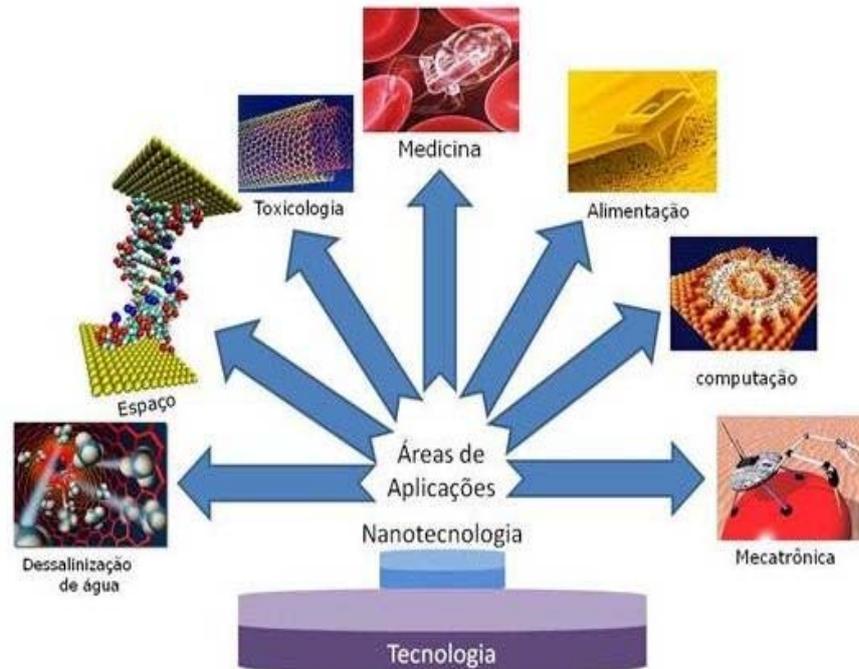
Observa-se que há um grande investimento nessa área aqui no Brasil, portanto, necessita-se de regulação para a proteção de quem interage de alguma forma com as nanos.

A escala nanométrica sempre existiu na natureza, como por exemplo, na capacidade da lagartixa caminhar em superfícies muito altas sem cair, nas cinzas de um vulcão, nas cores das asas das borboletas, no entanto, somente recentemente o ser humano começou a manipular esta tecnologia para melhorar sua vida, como desenvolver microscópios para assim poder visualizar esta ordem de grandeza. Tal conquista permite que nossos cientistas possam realizar uma infinidade de experimentos e realizações nunca antes realizados e até agora inatingíveis. Esta alternativa manipulada pelo ser humano permite que ele “controle” a matéria e faça o uso que bem lhe aprouver dela.

Esta alternativa gera o fascínio pelo controle humano de tudo o que circunda. Pelo que se tem visto, já não basta apenas imitar a natureza, mas se pretende reproduzi-la e superá-la, deixando-a para trás. Como em nenhum momento da história da humanidade, tudo indica que **o ser humano quer subjugar a natureza, declarando a sua independência em relação a ela**. Talvez nunca houvesse condições técnicas para tanto, as quais agora foram desenvolvidas e se encontram em um nível sem precedentes.¹³ (grifo nosso).

¹³ ENGELMANN, Wilson. O diálogo entre as fontes do direito e a gestão do risco empresarial gerado pelas nanotecnologias: construindo as bases à juridicização do risco. In: STRECK, Lenio Luiz; ROCHA, Leonel Severo; ENGELMANN, Wilson (Org.). **Constituição, sistemas sociais e hermenêutica**: anuário do Programa de Pós-graduação em Direito da UNISINOS: mestrado e doutorado: n. 9. Porto Alegre: Livraria do Advogado; São Leopoldo: UNISINOS, 2012. p. 323.

Figura 2 – Aplicações das Nanotecnologias em Variadas Áreas



Fonte: Edivaldo Brito. ¹⁴

O ser humano vem fazendo uso das novas tecnologias sem ao menos se preocupar com os riscos e os prováveis danos que esta utilização poderá trazer para toda a humanidade, inclusive no meio ambiente em que vive. Atualmente, podem-se perceber alguns dos efeitos causados por estes experimentos tais como: estiagens, inundações, maremotos, desertificações, entre outros. Pode-se perceber que a natureza luta para reabilitar o seu equilíbrio desestruturado pelo ser humano em suas manipulações desenfreadas. Receio maior ainda existe no que tange as novas doenças que vêm surgindo e se disseminando pelo mundo, resultantes, talvez (muito provavelmente), devido à manipulação feita nos alimentos, vestimentas, remédios, inclusive na água que os consumidores fazem uso diariamente. Diante de toda esta problemática pergunta-se: as nanotecnologias que são utilizadas hoje no mercado industrial não poderiam estar influenciando na nossa saúde para gerar algum dano, como um câncer, por exemplo? Como se usa diariamente um produto que faz uso

¹⁴ BRITO, Edivaldo. **Saiba o que é nanotecnologia e como ela pode mudar o futuro.** São Paulo, 11 mar. 2013. Disponível em: <<http://www.techtodo.com.br/artigos/noticia/2013/03/saiba-o-que-e-nanotecnologia-e-como-ela-pode-mudar-o-futuro.html>> Acesso em: 08 out. 2013.

de uma tecnologia na grandeza do bilionésimo do metro, sem que ela se aloje em alguma molécula de corpo humano e reaja com a mesma formando alguma outra forma de célula? Existem muitos questionamentos diante desta perspectiva, mas nada se faz para solucionar estas dúvidas. O mercado consumidor oferece tais mercadorias nanotecnológicas, e os consumidores as utilizam sem ao menos saber o que consomem, e as indústrias que as oferecem não realizam quaisquer espécie de testes para aferir se este tipo de tecnologia nanométrica pode reagir em nosso corpo de maneira insalubre, tamanho desrespeito com o povo consumidor. Neste sentido:

Não se sabem, ainda, todas as implicações e a dimensão dos riscos das nanotecnologias, tampouco se elas ameaçam (ou ameaçarão) a humanidade e o meio ambiente. Para tanto, o Princípio da Precaução terá um novo papel para tutelar essa 'tensão', utilizando-se da transdisciplinariedade, a fim de promover o diálogo entre o Direito e as demais áreas de conhecimento, especialmente aquelas integrantes das 'ciências exatas'.¹⁵

Diante dos novos riscos trazidos pelas novas tecnologias ganha destaque a preocupação com a vida como um todo, conforme segue:

É exatamente nesse panorama de incertezas, inseguranças e novidades que se sedimenta o Princípio da Precaução, com a missão de manter a vida sustentável no planeta, com foco nos Direitos (dos) Humanos, no direito (fundamental) ao meio ambiente saudável, na dignidade, na ética e na equidade intergeracional.¹⁶

Demonstra-se que está em nossas mãos, agora, o cuidado com o meio ambiente das futuras gerações, gerando uma grande responsabilidade pelos danos que possam ser causados *a posteriori*.

Mesmo em face de tantos riscos e dúvidas não há nenhuma espécie de normatização, exceto algumas normas editadas pela ISO para regularizar e impor limites para a venda no mercado consumidor destas mercadorias, ferindo totalmente a segurança e a proteção que o Código de Defesa do Consumidor oferece.

¹⁵ ENGELMANN, Wilson; MACHADO, Saraiva Viviane. Do princípio da precaução à precaução como princípio. Construindo as bases para as nanotecnologias compatíveis com o meio ambiente. **Revista de Direito Ambiental**, São Paulo, ano 18, p. 14, jan./mar. 2013.

¹⁶ ENGELMANN, Wilson; MACHADO, Saraiva Viviane. Do princípio da precaução à precaução como princípio. Construindo as bases para as nanotecnologias compatíveis com o meio ambiente. **Revista de Direito Ambiental**, São Paulo, ano 18, p. 15, jan./mar. 2013.

Diante desta problemática, tem-se que fazer uso das fontes do Direito bem como dos princípios para que se evitem futuros (prováveis) danos à saúde e ao meio ambiente.

As leis que governam este mundo invisível são distintas das leis que governam o mundo micro e macroscópico, visto que se comportam de maneira diferente nesta escala, isso se deve aos efeitos quânticos:

As drásticas e surpreendentes mudanças nas propriedades dos materiais em nanoescala são a chave para entender o poder e o potencial únicos da nanotecnologia. Essas mudanças são chamadas de 'efeitos quântico' Sem alterar a substância, só reduzindo o tamanho dos materiais, eles podem ter novas propriedades, como condutividade elétrica, elasticidade, maior resistência, cor diferente e maior reatividade- características diferentes das que essas mesmas substâncias tem em escala micro ou macro.¹⁷

As nanotecnologias possuem um potencial único devido ao fato de serem muito pequenas, ou seja, somente se modificando o tamanho de determinado material pode se modificar completamente suas propriedades, aí se verifica o grande interesse dos empresários nesta área.

2.2 Nanotecnologia: Desafios e Possibilidades

A nanotecnologia é um grande divisor de águas no que concerne à capacidade criativa humana iniciada no século XX, deflagrando o poder de manipulação da matéria em escala atômica e determinando, através da alteração de suas propriedades físico-químicas, funções aprimoradas e vantajosas para determinados produtos. Tal fato a define, justamente, como a quinta revolução industrial. Desta forma, segundo Kuhn a revolução científica fica atrelada ao relativismo histórico, já que algumas teorias científicas aceitas passam por mudanças abruptas, assemelhando-se a conversões¹⁸, exatamente como está ocorrendo com as nanotecnologias.

Tanto no desenvolvimento político como no científico, sentimento de funcionamento defeituoso, que pode levar à crise, é um pré-requisito

¹⁷ A MANIPULAÇÃO do invisível. **Novas Tecnologias Nanotecnologia**, [S.l.], primavera 2009.

¹⁸ KUNH, Tomas S. The Structure of Scientific Revolutions. In: NEURATH, Otto; CARNAP, Rudolf; MORRIS, Charles (Ed.). **Foundations of the Unity of Science**. Chicago: The University of Chicago Press, 1970. v. 2, p. 87.

para a revolução. Além disso, embora esse paralelismo evidentemente force a metáfora, é válido não apenas para as mudanças importantes de paradigma, tais como as que podemos atribuir a Copérnico e Lavoisier, mas também para as bem menos importantes, associadas como a assimilação de um novo tipo de fenômeno, como o oxigênio ou os raios x.¹⁹

Nesta revolução nanotecnológica, os avanços não se restringiram apenas a indústria de utensílios eletrônicos, mas penetram a cada dia com maior profundidade no mercado consumidor. Através de pesquisas em publicações já existentes pode-se observar que muitos produtos já estão inseridos no mercado consumidor, tais como:

- a) tecidos resistentes a manchas e que não amassam;
- b) raquetes e bolas de tênis;
- c) capeamento de vidros e aplicações antierosão a metais;
- d) filtros de proteção solar;
- e) material para proteção (“screening”) contra raios ultravioleta;
- f) tratamento tópico de herpes e fungos;
- g) pó antibactéria;
- h) diversas aplicações na medicina como cateteres, válvulas cardíacas, marca-passo, implantes ortopédicos;
- i) produtos para limpar materiais tóxicos;
- j) produtos cosméticos;
- k) sistemas de filtração do ar e da água.²⁰

A sociedade, cuja compreensão palpa de maneira superficial a verdadeira relevância e o significado deste novo advento da criação humana, marginalizada, quando muito, tem certa noção de que um produto cosmético está sendo fabricado por manipulação nanotecnológica, mas ignora a sua segurança por nem imaginar os seus mecanismos de atuação em seu metabolismo, bem como por não saber se tais indústrias dispõem de metodologia adequada para a aferição de risco e seus manejos no universo da saúde.

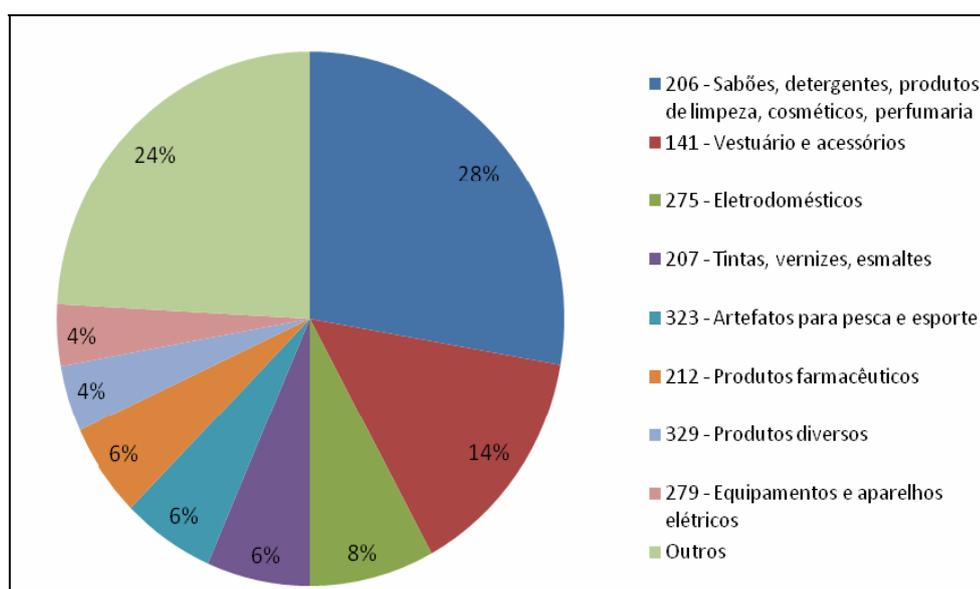
¹⁹ KUNH, Tomas S. **A estrutura das revoluções científicas**. 6. ed. São Paulo: Perspectiva, 2001. p. 126.

²⁰ RATTNER, Henrique. Nanotecnologia - Para pior ou para melhor? **Revista Espaço Acadêmico**, Paraná, ano 4, n. 41, out. 2004. Disponível em: <<http://www.espacoacademico.com.br/041/41rattner.htm>>. Acesso em: 01/04/2013.

Hodiernamente, já estão circulando no mercado diversos produtos fabricados a partir das nanotecnologias, como medicamentos, cosméticos, vestuários, entre outros.

No gráfico 2 a seguir reproduzido, verificam-se as principais linhas de produtos que trazem alguma relação com as nanotecnologias disponíveis no mercado consumidor:

Gráfico 2 – Produtos nanotecnológicos por setor



Fonte: Adaptado pela autora de The Project...²¹.

Evidencia-se que 28% dos produtos disponíveis no mercado pertencem ao grupo de produtos de higiene pessoal, grupo este extremamente utilizado pela população em seu dia a dia, demonstrando, assim, que grande número de consumidores tem acesso a eles. A quantidade de produtos está em ritmo crescente, assim como as tecnologias que operam na bilionésima parte do metro²².

O crescente número de produtos que ingressam no mercado consumidor provocam certo receio acerca dos riscos decorrentes dos mesmos. Há mais perguntas do que respostas. Cabe ressaltar que as nanotecnologias ensejam uma participação de outras áreas de conhecimento:

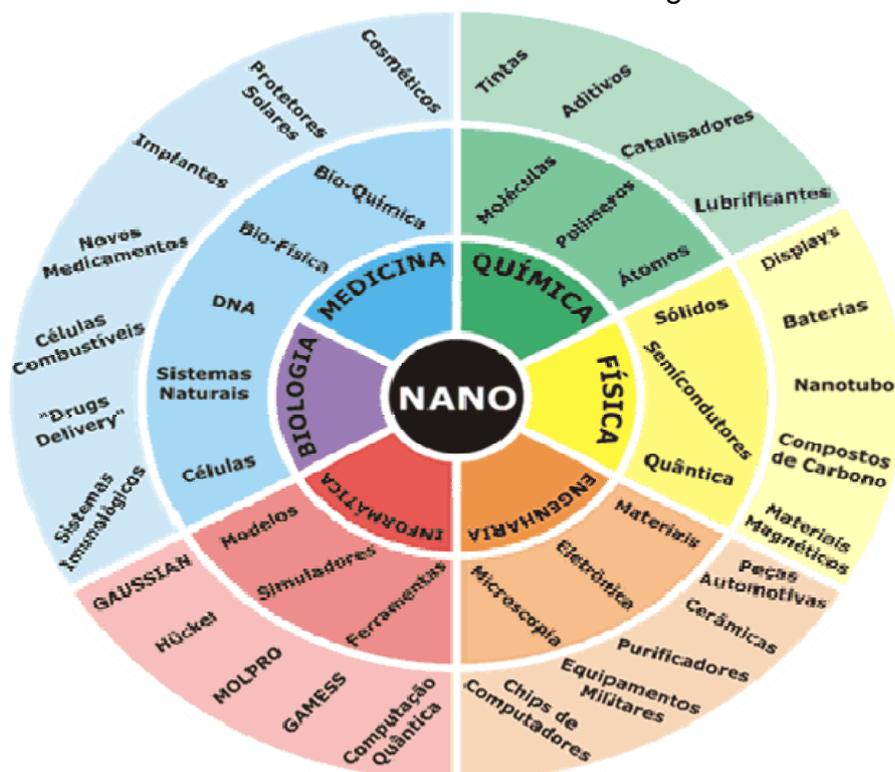
²¹ THE PROJECT on Emerging Nanotechnologies. Washington, [2011?]. Disponível em: <<http://www.nanotechproject.org/inventories/consumer>>. Acesso em: 21 jan. 2013.

²² ENGELMANN, Wilson; FLORES, André Stringhi; WEYERMULLER, André Rafael. **Nanotecnologias, marcos regulatórios e direito ambiental**. Curitiba: Honoris Causa, 2010.

[...] as nanotecnologias sublinham um espaço privilegiado para a transdisciplinariedade, pois envolvem e relacionam diversas áreas de conhecimento, assim como vários segmentos de setores. No mercado já existem diversos produtos fabricados a partir das nanotecnologias, como os protetores solares, calçados esportivos, telefones celulares, tecidos, cosméticos, automóveis e medicamentos, entre outros.²³

Abaixo, no gráfico 3, segue uma **mandala** com os produtos que estão inseridos, hoje, no mercado consumidor, ressaltando a enorme presença dessa nova tecnologia em nosso meio.

Gráfico 3 – Mandala Nanotecnológica



Fonte: PUC-Rio²⁴.

Produtos em praticamente todas as áreas estão sendo distribuídos para os consumidores, sem ao menos terem consciência disso, sem poderem escolher o consumo ou não de tais produtos nanotecnológicos.

²³ ENGELMANN, Wilson; MACHADO, Saraiva Viviane. Do princípio da precaução à precaução como princípio. Construindo as bases para as nanotecnologias compatíveis com o meio ambiente. **Revista de Direito Ambiental**, São Paulo, ano 18, p. 17, jan./mar. 2013.

²⁴ PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO DE JANEIRO (PUC-Rio). **Nanotecnologia**. Introdução. Rio de Janeiro, [2013?]. Disponível em: <http://nanotech.ica.ele.puc-rio.br/nano_introducao.asp>. Acesso em: 01 abr. 2013.

Ainda não se tem ciência de seus eventuais riscos, conforme a ABDI: “Os impactos nocivos e riscos potenciais à saúde humana e animal, ao meio ambiente e até em relação ao comportamento humano são ainda pouco conhecidos.”²⁵

Desta forma, conforme o professor Wilson versa: “A Nanotecnologia já é uma (nova) realidade, sendo que não é possível o Direito ignorá-la.”²⁶

Para a aferição destes aspectos devem ser aperfeiçoados e desenvolvidos métodos de pesquisa que possam responder a tais perguntas, quais sejam: qual seu potencial de degradação e de acumulação no meio ambiente, sua toxicidade com relação aos mamíferos, entre outras.

²⁵ AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL (ABDI). **Panorama nanotecnologia**, [S.l.], v. 19, p. 40, 2010.

²⁶ ENGELMANN, Wilson; MACHADO, Saraiva Viviane. Do princípio da precaução à precaução como princípio. Construindo as bases para as nanotecnologias compatíveis com o meio ambiente. **Revista de Direito Ambiental**, São Paulo, ano 17, p. 15, jan./mar. 2013.

3 O PRINCÍPIO DA PRECAUÇÃO E A BOA-FÉ OBJETIVA: O RISCO DO DESENVOLVIMENTO E SEUS REFLEXOS NA NANOTECNOLOGIA

Com a crescente utilização de novas tecnologias no setor industrial, mostra-se evidente a preocupação com seus usos e se os métodos utilizados são coerentes e precisos no que tange a mensuração de seus riscos para o homem e ao meio em que vive.

A ciência nem sempre é capaz de oferecer certeza no que tange às consequências para o meio ambiente e para o corpo humano do exercício de determinada atividade realizada pelo homem, aquilo que hoje não gera dano algum, a *posteriori* poderá causar e ser considerado extremamente danoso. Pode-se averiguar que hoje já existe a nanopoluição, que pode acabar causando algum dano à nossa saúde e ao meio ambiente:

Este tipo de poluição é de difícil controle em virtude do tamanho muito reduzido das nanopartículas que flutuam facilmente pelo ar e pelos organismos vivos, uma vez que os nanopoluentes podem entrar nas células dos seres vivos. A maioria destes poluentes minúsculos não existe na natureza. Desta forma, as células não terão os meios naturais apropriados de lidar com eles, podendo causar danos ainda não conhecidos, similares dos efeitos cumulativos dos metais pesados.²⁷

Diante disso, deve-se recomendar a utilização do Princípio da Precaução, que significa precaver-se, o que implicaria esperar a ciência galgar um nível maior de conhecimento sobre os prováveis fenômenos e sobre as propriedades referentes às nano escalas, possibilitando, assim, um cálculo aproximado dos benefícios e dos riscos envolvidos, sugerindo cuidados antecipados, para que uma atividade ou ação não produza efeitos indesejáveis²⁸, já que há muita incerteza e imprevisibilidade sobre o uso desta tecnologia inovadora.

Exatamente devido à dificuldade de mensurar os riscos, pelo menos com as ferramentas que se possui hoje é que se torna necessária a utilização do Princípio da Precaução.²⁹

²⁷ ENGELMANN, Wilson; FLORES, André Stringhi; WEYERMULLER, André Rafael. **Nanotecnologias, marcos regulatórios e direito ambiental**. Curitiba: Honoris Causa, 2010. p. 161.

²⁸ MILARÉ, Edis. **Direito do ambiente**: doutrina, jurisprudência, glossário. 2. ed. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2001. p. 118.

²⁹ . A MANIPULAÇÃO do invisível. **Novas Tecnologias Nanotecnologia**, [S.I.], primavera 2009.

Assim, tal princípio está “(...) construído sobre o respeito aos limites e contornos ambientais, além do respeito à fragilidade da vida humana.”³⁰ Visa-se tutelar os riscos³¹ desta sociedade complexa em que vivemos.

Desta forma, “Busca-se evitar que, no momento em que se puder ter certeza científica absoluta dos efeitos prejudiciais de determinadas atividades potencialmente degradadoras, os danos provocados à natureza não mais possam ser revertidos”.³²

Portanto, busca-se a mitigação dos riscos, através de uma ação antecipada. Cabe destacar que o cenário das nanotecnologias se enquadram tanto na noção de risco quanto na de perigo, já que há uma insegurança em relação a danos futuros, portanto, se o dano é consequência de uma decisão, fala-se de risco, mais precisamente do risco da decisão, já se o possível dano é provocado externamente, como por exemplo, ao meio ambiente, fala-se de perigo³³..

Frente a esta situação mostra-se necessária a utilização do Princípio da Precaução, visando a mitigação dos riscos decorrentes desta nova tecnologia.

Muito embora o Princípio da Precaução no ordenamento pátrio tivesse sido instituído na Constituição de 1988, conforme alguns sustentam, ele somente foi explicitamente instituído na declaração da nova Lei de Biossegurança (Lei 11.105/2005), em seu art. 1º.³⁴

O princípio da precaução foi proposto formalmente na Conferência RIO 92 e sua definição é a seguinte:

³⁰ ENGELMANN, Wilson; FLORES, André Stringhi; WEYERMULLER, André Rafael. **Nanotecnologias, marcos regulatórios e direito ambiental**. Curitiba: Honoris Causa, 2010. p 121.

³¹ Convém distinguir o risco do perigo, noção que será retomada mais adiante neste trabalho: “[...] o risco consiste nas consequências indesejadas e danos futuros decorrentes dos processos de tomada de decisão (de um determinado sistema), havendo certa possibilidade de controle, e vincula-se às decisões tomadas no presente, constituindo-se na face construtiva da distinção risco/perigo, pela sua maior suscetibilidade ao controle das decisões, a partir da constatação de que as decisões vinculam o tempo, ainda que não se possa conhecer suficientemente o futuro, nem mesmo o futuro produzido pelas próprias decisões do sistema. [...] Já o perigo detém o sentido de descrever situações em que as consequências indesejadas são provenientes do ambiente (externas ao sistema observador) [...]”. CARVALHO, Délton Winter de. **Dano ambiental futuro: a responsabilização civil pelo risco ambiental**. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2008. p. 62.

³² MIRRA, Álvaro Luiz Valery. Direito ambiental: o princípio da precaução e sua aplicação judicial. **Revista de Direito Ambiental**, São Paulo, v. 21, p. 94, jan. 2001.

³³ LUHMANN, Niklas. **Sociologia del riesgo**. Trad. Silvia Pappé, Brunhilde Erker, Javier Torres NafarrTE E Luis Felipe Seghura. Guadalajara: Universidad Iberoamericana e Universidad de Guadalajara, 1992. p. 65.

³⁴ HARTMANN, Ivar Alberto Martins. Princípio da precaução e sua aplicação no direito do consumidor. **Revista de Direito do Consumidor**, São Paulo, p. 533, 2011.

O Princípio da Precaução é a garantia contra os riscos potenciais que, de acordo com o estado atual do conhecimento, não podem ser ainda identificados. Este Princípio afirma que a ausência da certeza científica formal, a existência de um risco de um dano sério ou irreversível requer a implementação de medidas que possam prever este dano.³⁵

No caso das nanotecnologias, fica evidenciada uma nova característica do conhecimento científico, que sempre era responsável pela formatação da certeza das suas respostas. No cenário nanotecnológico, a ciência também passa a não ter mais certezas para transmitir. E isso representa uma significativa mudança paradigmática, mas com a potencialização dos riscos, mediante a dificuldade metodológica para a construção de um percurso nanotecnologicamente mais seguro e previsível.

Observa-se uma constante tensão entre os riscos e benefícios gerados pelas nanotecnologias, e diante disso surge a necessária regulamentação da mesma para que se evitem prováveis/futuros danos à saúde e ao meio ambiente.

O princípio da precaução deve ser adotado no caso de dúvida ou de incerteza sobre determinado dano, conforme Rodrigues assenta: “Dessa forma, impede-se que a incerteza científica milite contra o meio ambiente, evitando que no futuro se constate o equívoco da autorização para o exercício de determinada atividade”.³⁶

As nanotecnologias estão se inserindo no mercado consumidor e neste aspecto deve-se utilizar a precaução, conforme menciona Engelmann:

Como as nanotecnologias já estão em processo de instalação, apesar da falta de informações adequadas e compreensíveis sobre elas, a Precaução assume os contornos do gerenciamento dos seus riscos perspectivada pelos direitos fundamentais, dignidade da pessoa humana, pela preservação do meio ambiente e ela sustentabilidade global para a presente e às futuras gerações.³⁷

O princípio supracitado normalmente é utilizado para o Direito Ambiental, mas pode-se utilizá-lo analogicamente no caso das nanotecnologias, visto que as

³⁵ GOLDIN, José Roberto. **O princípio da precaução**. Porto Alegre, 11 abr. 2002. Disponível em: <<http://www.bioetica.ufrgs.br/precau.htm>>. Acesso em: 26 mar. 2013.

³⁶ RODRIGUES, Marcelo Abelha. **Elementos do direito ambiental**: parte geral. 2. ed. rev., atual e ampl. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2005. p. 206.

³⁷ ENGELMANN, Wilson; MACHADO, Saraiva Viviane. Do princípio da precaução à precaução como princípio. Construindo as bases para as nanotecnologias compatíveis com o meio ambiente. **Revista de Direito Ambiental**, São Paulo, ano 17, p. 29, jan./mar. 2013.

mesmas interagem com o meio de modo incerto no que tange aos riscos. Cabe mencionar alguns das principais repercussões do princípio nas nanotecnologias:

Como resumo das principais repercussões da aplicação do princípio da precaução na nanotecnologia podemos afirmar que a sua aplicação:

- a) como a própria expressão sugere deve a ser antecipatória;
- b) deve ser imposta quando existir incerteza científica de danos graves e irreversíveis;
- c) tal incerteza não inverte o ônus da prova, não exonera de responsabilidade os responsáveis atividades potencialmente danosas, pelo contrário transfere a estes a obrigações de comprovar o potencial de risco de seus produtos;
- d) por fim, o princípio da precaução impõe transparência e amplo acesso as informações com vistas a proporcionar a participação da sociedade na tomada de decisão.³⁸

A inovação tecnológica deve respeitar o meio ambiente e o ser humano e já foi discutida na Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente, em Estocolmo, Suécia, entre os dias 05 e 15 de junho de 1972, conforme segue:

Na longa e tortuosa evolução da raça humana neste planeta chegou-se a uma etapa na qual, em virtude de uma rápida aceleração da ciência e da tecnologia, o homem adquiriu o poder de transformar, por inúmeras maneiras e numa escala sem precedentes, tudo quanto o rodeia. Os dois aspectos do meio humano, o natural e o artificial são essenciais para o bem estar do homem e para que ele goze de todos os direitos humanos fundamentais, inclusive o direito à vida.³⁹

O desenvolvimento tecnológico deve sempre andar ao lado dos direitos humanos⁴⁰, já que estas tecnologias serão para o uso dos seres humanos, diante disso, verificamos a necessidade da precaução para que esta evolução seja em favor do ser humano. Assim:

O ser humano tem direito subjetivo, como um direito fundamental,

³⁸ BERGER FILHO, Airton Guilherme. Nanotecnologia e o princípio da precaução na sociedade de risco. **Âmbito Jurídico.com.br**, Rio Grande, v. 13, n. 72, jan. 2010. Disponível em: <http://www.ambito-juridico.com.br/site/index.php?n_link=revista_artigos_leitura&artigo_id=7084> Acesso em: 02 ago. 2013

³⁹ DECLARAÇÃO sobre o ambiente humano. Estocolmo, jun. 1972. Disponível em: <<http://www.ufpa.br/npadc/gpeea/DocsEA/DeclaraAmbienteHumano.pdf>>. Acesso em: 12 jul. 2013.

⁴⁰ Wilson Engelmann em um de seus livros nos mostra como os direitos humanos tem importância no contexto atual: "O gradativo desenvolvimento de cada um dos modelos mostra que os direitos humanos sempre procuraram proteger os direitos naturais, destacando-se o direito à vida e a dignidade da pessoa humana." ENGELMANN, Wilson; FLORES, André Stringhi; WEYERMULLER, André Rafael. **Nanotecnologias, marcos regulatórios e direito ambiental**. Curitiba: Honoris Causa, 2010. p. 86.

de que esses contornos sejam considerados no desenvolvimento das tecnologias que utilizam a escala nano. Mostra-se como um aspecto objetivo, um dever, que precisa ser considerado nos avanços das pesquisas, tendente ao controle ou à minorização dos riscos. Em outras palavras, o caminho do desenvolvimento das pesquisas é ladeado pela avaliação constante dos avanços e de sua segurança. Isso imporá a necessidade, em alguns momentos, de que o caminho seja interrompido e revisado. Como uma medida de política pública, engloba a carga do direito subjetivo, à medida que as consequências sejam suportadas por cada pessoa. Daí o aspecto fundamental do princípio da precaução.⁴¹

Pode-se esclarecer também o princípio da precaução da seguinte maneira:

[...] medida de política pública a ser aplicada quando existirem riscos potenciais sérios ou irreversíveis para a saúde ou para o meio ambiente, bem como antes que tais riscos se transformem em perigos comprovados. Esta política supõe, entre outras coisas, mecanismos de pesquisa e monitoramento, a fim de que os perigos possam ser detectados com antecedência. [...] Desta forma, o Princípio da Precaução inclui um fundamento científico (não há perigo) e um fundamento político e de sentido comum (certeza razoável).⁴²

Como nas nanotecnologias não existe certeza quanto aos seus riscos, deve-se aplicar o princípio da precaução, não pensando apenas nos rendimentos econômicos, mas principalmente na vida humana, e que espécies de danos podem ser causados por ela, conforme segue:

A verificação deverá ser mais aberta, pois se trata de experimentação nova e desconhecida na sua integralidade. É necessária a construção de uma fórmula que integre obrigatoriamente uma premissa ética, alicerçada no direito fundamental do respeito à precaução, aqui entendida como o cálculo, a avaliação e a projeção das consequências. O consenso provavelmente será muito difícil. No entanto, se espera, pelo menos, responsabilidade na avaliação dos efeitos positivos e negativos.⁴³

Desta forma, a precaução deve sempre se guiar pelo cuidado com o ser humano e com o meio ambiente. Conforme o professor Engelmann, para haver a

⁴¹ ENGELMANN, Wilson. O princípio da precaução como um direito fundamental: os desafios humanos das pesquisas com o emprego da nanotecnologia. In: SOUZA, Ismael Francisco de; VIEIRA, Reginaldo de Souza (Org.). **Direitos fundamentais e Estado**. Criciúma: Ed. UNESC, 2011. t. 1, p. 415.

⁴² FOLADORI, Guilherme; INVERNIZZI, Noela. **Os trabalhadores da alimentação e da agricultura questionam as nanotecnologias**. [S.l., 2011?]. Disponível em: <http://www.rel-uita.org/nanotecnologia/trabajadores_cuestionan_nano-full-por.htm>. Acesso em: 12 jul. 2011.

⁴³ ENGELMANN, Wilson; FLORES, André Stringhi; WEYERMULLER, André Rafael. **Nanotecnologias, marcos regulatórios e direito ambiental**. Curitiba: Honoris Causa, 2010. p. 129.

concretização do princípio da precaução, deve-se observar o seguinte desafio esclarecido por François Ost:

[...] a ecologia reclama conceitos englobantes e condições evolutivas; o direito responde com critérios fixos e categorias que segmentam o real. [...] ou o direito do ambiente é obra dos juristas e não consegue compreender, de forma útil, um dado decididamente complexo e variável; ou a norma é redigida pelo especialista, e o jurista nega esse filho bastardo, esse 'direito de engenheiro', recheado de números e de definições incertas, acompanhado de listas intermináveis e constantemente revistas.⁴⁴

Assim, os cientistas e os juristas devem trabalhar conjuntamente para a mensuração dos riscos e para a construção de marcos regulatórios, agindo de maneira transdisciplinar. Consoante o Doutor Wilson Engelmann nos refere, não se pode esquecer do imperativo categórico Kantiano-“ a humanidade precisa escutar a voz da tradição, retirando dela aprendizagem para não repetir os equívocos e as soluções inexecutáveis adotadas anteriormente”.⁴⁵

Deve-se agir de forma racional, ou seja, mensurar os riscos e as consequências de um ato, antes de realizá-lo, utilizando-se sempre das experiências anteriormente adquiridas, até mesmo porque a história é cíclica, e mesmo que se tenha errado no passado, se tal ato não for avaliado e introjetado, de nada valerá a experiência adquirida.

Portanto, a ciência, aqui representada pelas nanotecnologias, deverá inspirar-se nos limites humanamente construídos a partir da experiência, para avaliar os benefícios e os riscos dos resultados produzidos. Sem isto, estará ingressando num caminho totalmente desfocado e perigoso, pois os humanos sempre serão os destinatários das suas descobertas e resultados, sejam positivos ou negativos.⁴⁶

Vive-se em uma sociedade de risco, portanto deve-se mais do que nunca respeitar o princípio da precaução, no caso das nanotecnologias os riscos ainda são desconhecidos por isso a sua aplicação é de suma importância. Assim:

⁴⁴ OST, François. **A natureza à margem da lei: a ecologia à prova do direito**. Tradução de Joana Chaves. Lisboa: Instituto Piaget, 1997. p. 111.

⁴⁵ ENGELMANN, Wilson; FLORES, André Stringhi; WEYERMULLER, André Rafael. **Nanotecnologias, marcos regulatórios e direito ambiental**. Curitiba: Honoris Causa, 2010. p. 132.

⁴⁶ Ibid. p. 134.

O princípio da precaução, portanto, é mais do que apenas um princípio, mas será um espaço para onde deverão convergir as atenções de todos aqueles que estiverem seriamente comprometidos com a saúde das gerações, sejam as atuais ou as futuras.⁴⁷

O Tratado da União Européia faz menção ao princípio da precaução no que tange à saúde, assim como ao meio ambiente, demonstrando o importante papel da precaução.

O princípio da precaução pode ser invocado sempre que seja necessária uma intervenção urgente face a um possível risco para a saúde humana, animal ou vegetal, ou quando necessário para a proteção do ambiente caso os dados científicos não permitam uma avaliação completa do risco. Este princípio não deve ser utilizado como pretexto para ações protecionistas, sendo aplicado, sobretudo para os casos de saúde pública, porquanto permite, por exemplo, impedir a distribuição ou mesmo a retirada do mercado de produtos suscetíveis de ser perigosos para a saúde.⁴⁸

Pode-se observar que na União Européia já existem regulamentações acerca do tema, e infelizmente, no Brasil ainda engatinhamos em direção a real eficácia do princípio da precaução no que concerne às nanotecnologias. Assim:

Frisa-se, um dos principais aspectos que não poderá ser esquecido é: na escala nano as propriedades físico-químicas das partículas são diferentes daquelas que elas apresentam em escalas maiores. Aí parece que está o grande foco do risco, que ainda é bastante descuidado. Vale dizer, as análises dos riscos que podem ser provocados pelas substâncias na escala nano ainda precisarão ser muito bem esclarecidos.⁴⁹

Tal princípio foi incorporado em nossa legislação no art. 225, incisos II, IV e V do § 1º da Constituição da República, conforme segue:

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 às presentes e futuras gerações.

⁴⁷ ENGELMANN, Wilson; FLORES, André Stringhi; WEYERMULLER, André Rafael. **Nanotecnologias, marcos regulatórios e direito ambiental**. Curitiba: Honoris Causa, 2010. p. 135.

⁴⁸ PORTAL DA UNIÃO EUROPÉIA. **Princípio da precaução**. Bruxelas, [2012?]. Disponível em: <http://europa.eu/legislation_summaries/consumers/consumer_safety/l32042_pt.htm>. Acesso em: 07 jun. 2012.

⁴⁹ ENGELMANN, Wilson; MACHADO, Saraiva Viviane. Do princípio da precaução à precaução como princípio. Construindo as bases para as nanotecnologias compatíveis com o meio ambiente. **Revista de Direito Ambiental**, São Paulo, ano 17, p. 19, jan./mar. 2013.

§ 1º - Para assegurar a efetividade desse direito, incumbe ao Poder Público:

II - preservar a diversidade e a integridade do patrimônio genético do País e fiscalizar as entidades dedicadas à pesquisa e manipulação de material genético;

IV - exigir, na forma da lei, para instalação de obra ou atividade potencialmente causadora de significativa degradação do meio ambiente, estudo prévio de impacto ambiental, a que se dará publicidade;

V - controlar a produção, a comercialização e o emprego de técnicas, métodos e substâncias que comportem risco para a vida, a qualidade de vida e o meio ambiente;⁵⁰

As conquistas da escala nano vem sendo muito apreciadas pela indústria, entretanto as incertezas inerentes à ela ainda preocupam, daí a utilização do Princípio da precaução.

A incerteza parece ser um sentimento bastante significativo no mundo projetado pelas conquistas em escala nano. Nela se apresentam muitas possibilidades de avanços para melhorar a vida das pessoas. Entretanto, é necessária a precaução, por ser o desvelamento de uma força natural, com uma enorme potencialidade, e, para trabalhar com ela, se tem dúvidas sobre a capacidade do controle. Há um grande potencial de risco, por ser uma investigação científica que desce a níveis nunca antes alcançados.⁵¹

Tal princípio preconiza a tomada de decisões principalmente nos momentos iniciais das pesquisas nanotecnológicas, demonstrando assim um respeito e preocupação com a avaliação da mesma.

A precaução aponta para a decisão que a pesquisa científica com o emprego da escala nano deverá fomentar. Não se poderá avançar apenas para atender aos reclamos econômicos, que são muito atraentes. É necessário avaliar, no mesmo nível de interesse, todas as prováveis situações desastrosas e de perigo para o gênero humano. Para isso, não se poderá trabalhar dentro de um processo silogístico oriundo da lógica dedutiva. A verificação deverá ser mais aberta, pois se trata de experimentação nova e desconhecida na sua integralidade. É necessária a construção de uma fórmula que integre obrigatoriamente uma premissa ética, alicerçada no direito

⁵⁰ BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm>. Acesso em: 05 ago. 2013.

⁵¹ ENGELMANN, Wilson. O princípio da precaução como um direito fundamental: os desafios humanos das pesquisas com o emprego da nanotecnologia. In: SOUZA, Ismael Francisco de; VIEIRA, Reginaldo de Souza (Org.). **Direitos fundamentais e Estado**. Criciúma: Ed. UNESC, 2011. t. 1, p. 416.

fundamental ao respeito à precaução, aqui entendida como o cálculo, a avaliação e a projeção das consequências.⁵²

O princípio da precaução consubstanciou-se por meio da Lei 11.105/05 que versa sobre mecanismos de fiscalização das atividades que exploram organismos geneticamente modificados ou transgênicos. Em seu artigo 1º estabelece o princípio da precaução:

Art. 1º Esta Lei estabelece normas de segurança e mecanismos de fiscalização sobre a construção, o cultivo, a produção, a manipulação, o transporte, a transferência, a importação, a exportação, o armazenamento, a pesquisa, a comercialização, o consumo, a liberação no meio ambiente e o descarte de organismos geneticamente modificados – OGM e seus derivados, tendo como diretrizes o estímulo ao avanço científico na área de biossegurança e biotecnologia, a proteção à vida e à saúde humana, animal e vegetal, e a observância do **princípio da precaução** para a proteção do meio ambiente.⁵³ (grifo nosso).

Corretamente afirma-se que a nanotecnologia propicia diversos benefícios, entretanto deve-se ater, também, aos riscos inerentes através de uma avaliação *ex-ante* destas partículas infimamente pequenas e o que podem gerar em nosso corpo e em nosso ambiente. Há o exemplo de partículas que em sua escala nano se tornam tóxicas, como comenta o professor Henrique Rattner: “Há, por exemplo, indicações que nanopartículas são quimicamente mais reativas e, por isso, potencialmente mais tóxicas. Entretanto, poucos estudos toxicológicos existem, por enquanto, sobre a matéria.”⁵⁴

No que tange aos produtos fabricados com nanotecnologias, o direito à informação é um pressuposto para a concretização de outros princípios como o da boa-fé, da transparência e da confiança, assim, esclarece o Ministro Herman Benjamin: “a informação é uma das formas de expressão concreta do Princípio da

⁵² ENGELMANN, Wilson. O princípio da precaução como um direito fundamental: os desafios humanos das pesquisas com o emprego da nanotecnologia. In: SOUZA, Ismael Francisco de; VIEIRA, Reginaldo de Souza (Org.). **Direitos fundamentais e Estado**. Criciúma: Ed. UNESC, 2011. t. 1, p. 417.

⁵³ BRASIL. Lei n. 11.105 de 24 de março de 2005. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2005/lei/l11105.htm> Acesso em: 05 ago. 2013.

⁵⁴ RATTNER, Henrique. Nanotecnologia - Para pior ou para melhor? **Revista Espaço Acadêmico**, Paraná, ano 4, n. 41, out. 2004. Disponível em: <<http://www.espacoacademico.com.br/041/41rattner.htm>>. Acesso em: 01/04/2013.

Transparência, sendo também corolário do Princípio da Boa-fé Objetiva e do Princípio da Confiança, todos abraçados pelo CDC⁵⁵.

Ademais, a informação deve ser prestada sob pena de omissão, e esta omissão pode causar um erro de compreensão por parte do consumidor que lhe retira o direito de escolha consciente, conforme explana o Excelentíssimo Ministro:

[...] o comportamento positivo ou ativo quer dizer que o microsistema de proteção do consumidor não se coaduna com meia-informação, semi-informação, proto-informação ou informação parcial, qualquer que seja o termo que se escolha. Informação é prestada de forma completa, ou não é informação no sentido jurídico (e prático) que lhe atribui o CDC.⁵⁶

Diante disso, torna-se necessária a interferência do mundo jurídico para almejar a regulação de tal situação, baseando-se principalmente nos princípios, especialmente na Boa-fé objetiva.

A tutela da boa-fé existe desde tempos remotos, baseando-se na confiança, estando presente nos costumes mais antigos. Ele se impõe como novo paradigma das relações contratuais de consumo na sociedade massificada e despersonalizada em que vivemos. O princípio da boa-fé objetiva é obrigatório em todas as relações contratuais. Diante disso, Claudia Lima Marques explicita suas funções dentro da nova ordem contratual:

- 1) como fonte de novos deveres especiais de conduta durante o vínculo contratual, os chamados deveres anexos;
- 2) como causa limitadora do exercício, antes lícito, hoje abusivo, dos direitos subjetivos; e
- 3) na concreção e interpretação dos contratos.⁵⁷

Cabe mencionar que um dos deveres anexos mais conhecidos é o de informar, que já deve existir desde a fase pré-contratual, acompanhando-a do nascimento à morte total.⁵⁸ Desta forma os fornecedores devem se ater a obrigação

⁵⁵ BRASIL. Superior Tribunal de Justiça. **Recurso especial nº 586.316-MG**. Recorrente: Ministério Público do Estado de Minas Gerais. Recorrido: Associação Brasileira das Indústrias da Alimentação- ABIA. Relator: Min. Herman Benjamin. Brasília, DF, 17 de abril de 2007. Disponível em: <http://www.abdir.com.br/jurisprudencia/jurisp_abdir_13_4_09_1.pdf>. Acesso em: 16 out. 2013.

⁵⁶ Ibid.

⁵⁷ MARQUES, Claudia Lima. *Contratos no código de defesa do consumidor*. 5. ed. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2006. p. 215

⁵⁸ Ibid. p. 224

de se manterem sempre informados sobre as conquistas técnico-científicas visando salvaguardar a segurança dos consumidores.

A boa-fé, mesmo antes da edição do Código Civil de 2002 já era reconhecida pela lei como um comportamento desejado por todos, como uma boa intenção. Ela incidia como um prêmio por uma conduta merecedora, permitindo concluir que ainda era valorizada pelo seu viés subjetivo.

No campo das nanotecnologias pode-se usar a boa-fé tanto no âmbito defensivo quanto do ativo, no que tange a criação de deveres, tais como o dever de informação.

No século XX, através do CDC a boa-fé foi consagrada, iniciando-se em seu art. 4^o⁵⁹ ao traçar os princípios fundamentais da política nacional das relações de consumo.

Em seu art. 51 dispõe sobre espécies de manifestações abusivas assim como na cominação das sanções pelo seu desrespeito:

Art. 51. São nulas de pleno direito, entre outras, as cláusulas contratuais relativas ao fornecimento de produtos e serviços que:

⁵⁹ Art. 4º A Política Nacional das Relações de Consumo tem por objetivo o atendimento das necessidades dos consumidores, o respeito à sua dignidade, saúde e segurança, a proteção de seus interesses econômicos, a melhoria da sua qualidade de vida, bem como a transparência e harmonia das relações de consumo, atendidos os seguintes princípios: (Redação dada pela Lei nº 9.008, de 21.3.1995)

I - reconhecimento da vulnerabilidade do consumidor no mercado de consumo;

II - ação governamental no sentido de proteger efetivamente o consumidor:

a) por iniciativa direta;

b) por incentivos à criação e desenvolvimento de associações representativas;

c) pela presença do Estado no mercado de consumo;

d) pela garantia dos produtos e serviços com padrões adequados de qualidade, segurança, durabilidade e desempenho.

III - harmonização dos interesses dos participantes das relações de consumo e compatibilização da proteção do consumidor com a necessidade de desenvolvimento econômico e tecnológico, de modo a viabilizar os princípios nos quais se funda a ordem econômica (art. 170, da Constituição Federal), sempre com base na boa-fé e equilíbrio nas relações entre consumidores e fornecedores;

IV - educação e informação de fornecedores e consumidores, quanto aos seus direitos e deveres, com vistas à melhoria do mercado de consumo;

V - incentivo à criação pelos fornecedores de meios eficientes de controle de qualidade e segurança de produtos e serviços, assim como de mecanismos alternativos de solução de conflitos de consumo;

VI - coibição e repressão eficientes de todos os abusos praticados no mercado de consumo, inclusive a concorrência desleal e utilização indevida de inventos e criações industriais das marcas e nomes comerciais e signos distintivos, que possam causar prejuízos aos consumidores;

VII - racionalização e melhoria dos serviços públicos;

VIII - estudo constante das modificações do mercado de consumo. BRASIL. **Lei nº 8.078, de 11 de setembro de 1990 [Código do Consumidor]**. Dispõe sobre a proteção do consumidor e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8078.htm>. Acesso em: 01 ago. 2013.

IV - estabeleçam obrigações consideradas iníquas, abusivas, que coloquem o consumidor em desvantagem exagerada, ou sejam incompatíveis com a boa-fé ou a equidade;

XIV - infrinjam ou possibilitem a violação de normas ambientais;

XV - estejam em desacordo com o sistema de proteção ao consumidor;

§ 1º Presume-se exagerada, entre outros casos, a vantagem que:

I - ofende os princípios fundamentais do sistema jurídico a que pertence;

II - restringe direitos ou obrigações fundamentais inerentes à natureza do contrato, de tal modo a ameaçar seu objeto ou equilíbrio contratual;

§ 4º É facultado a qualquer consumidor ou entidade que o represente requerer ao Ministério Público que ajuíze a competente ação para ser declarada a nulidade de cláusula contratual que contrarie o disposto neste código ou de qualquer forma não assegure o justo equilíbrio entre direitos e obrigações das partes.⁶⁰

Pode-se observar que no inciso IV, versa que são nulas de pleno direito as cláusulas que estabeleçam obrigações iníquas ou que coloquem os consumidores em desvantagem exagerada, ou quando forem incompatíveis com a boa-fé, esta servindo para harmonizar os interesses.

Assim, o princípio da boa-fé objetiva, “é, portanto, um princípio limitador do princípio da autonomia da vontade e um elemento criador de novos deveres contratuais, que deve contar, para sua maior efetividade, com previsão legal específica”⁶¹.

A boa-fé como um dos princípios basilares do Direito do Consumidor que diz que a harmonização dos interesses dos participantes das relações de consumo e compatibilização da proteção do consumidor com a necessidade de desenvolvimento econômico e tecnológico, de modo a viabilizar os princípios nos quais se funda a ordem econômica **sempre com base na boa-fé** e equilíbrio nas relações entre consumidores e fornecedores. Portanto, fica evidente que os fornecedores bem como a indústria responsável pela entrega dos bens de consumo têm a obrigação de zelar por este princípio assegurando a efetividade da boa-fé.

⁶⁰ BRASIL. **Lei nº 8.078, de 11 de setembro de 1990 [Código do Consumidor]**. Dispõe sobre a proteção do consumidor e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8078.htm>. Acesso em: 01. Ago. 2013.

⁶¹ MARQUES, Cláudia Lima. **Contratos no código de defesa do consumidor**. 5. ed. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2006. p. 246.

Conforme nos ensina Karl Larenz, “o princípio da boa-fé significa que cada um deve guardar fidelidade com a palavra dada e não frustrar a confiança ou abusar dela, já que esta forma a base indispensável de todas as relações humanas.”⁶²

Ao se introduzir um produto no mercado consumidor sem realizar os devidos testes ou pesquisas, como no caso das nanotecnologias, acaba por frustrar a confiança a até mesmo abusar da mesma, já que o consumidor compra os produtos expostos no mercado acreditando que não lhe farão mal, e acreditando, inclusive, eu este produto já foi testado e aprovado por algum órgão regulamentador, o que não está acontecendo nos dias de hoje em relação a muitas inovações, inserindo dentre elas os produtos que fazem uso das nanotecnologias. Desta forma, conforme Bruno Miragem “[...] o princípio da boa-fé objetiva implica a exigências nas relações jurídicas do respeito e da lealdade com o outro sujeito da relação, impondo um dever de correção e fidelidade, assim como o respeito às expectativas legítimas geradas no outro.”⁶³

Assim, devem-se levar em conta os interesses alheios, evitando, então, seu desrespeito, neste sentido o princípio da boa-fé tem um viés harmonizador entre as partes e terceiros.

Ocupando lugar de destaque no Código Civil em que os atos da vida civil devem ser pautados pela probidade e pela boa-fé, constituindo não apenas um imperativo ético abstrato, mas uma norma que condiciona e legitima toda experiência jurídica, estimulando o convívio harmônico na sociedade.

Bruno Miragem esclarece:

No direito do consumidor a eficácia do princípio da boa-fé objetiva é percebida sob diferentes aspectos. No que se refere ao contrato de consumo, o efeito vinculante do fornecedor em razão da oferta e da publicidade que faz veicular é resultado típico da incidência do princípio da boa-fé, na medida em que protege a legítima expectativa gerada pela informação. Da mesma forma, a sanção que o CDC estabelece para a falta de informação, por intermédio de seu artigo 46, o qual estabelece que os contratos não obrigam os consumidores ‘se não lhes for dada a oportunidade de tomar conhecimento prévio

⁶² LARENZ, Karl. **Derecho de obligaciones**. Trad. Jaime Santos Brinz. Madrid: Revista de Derecho Privado, 1958. t. 1, p. 142.

⁶³ MIRAGEM, Bruno. **Curso de direito do consumidor**. 3. ed. rev. atual. e ampl. Revista dos Tribunais. 2012. p. 110.

de seu conteúdo, ou se os respectivos instrumentos forem redigidos de modo a dificultar a compreensão de seu sentido e alcance.⁶⁴

Assim, o princípio da boa-fé impõe ao fornecedor um dever de informar qualificado, visto que as informações devem ser compreendidas pelos consumidores, não apenas oferecidas de forma aleatória. Neste aspecto cabe demonstrar o dever de esclarecimento, em que o fornecedor deve informar, inclusive, sobre eventuais riscos que o produto pode gerar, assim, ficando clara a importância da informação sobre os riscos que podem ser causados pelas nanotecnologias, algo que não está sendo observado atualmente.

Percebe-se a boa-fé no CDC em variadas situações, limitando o exercício de direito das partes, para assim proteger o consumidor em face de algum abuso do fornecedor.

3.1 Os Riscos Inerentes às Nanotecnologias

Pode-se observar através de pesquisas e publicações da organização não governamental canadense *Erosion, Technology and Concentration*, mais conhecida como Grupo ETC, a partir de uma perspectiva ampla, que, segundo pesquisadores do ETC, existem quatro grandes problemas para a coletividade decorrente das nanotecnologias⁶⁵, quais sejam:

1. O controle tecnológico na nano escala como elemento fundamental para o controle corporativo. Conforme ETC as tecnologias em nano escala fazem parte da estratégia operativa para o controle corporativo da indústria, dos alimentos, da agricultura e da saúde no século XXI. A nanotecnologia protegida pelos Direito de Propriedade Intelectual pode significar o avanço na privatização da ciência e uma terrível concentração de poder corporativo, pelas grandes empresas transnacionais.
2. Controle social a partir da convergência entre informática, biotecnologia, nanotecnologia e ciências cognitivas: 'A convergência ocorre quando a nanotecnologia se funde com a biotecnologia (permitindo o controle da vida através da manipulação de genes) e com Tecnologia da Informação (permitindo o controle do conhecimento através da manipulação de Bits) e com Neurociência

⁶⁴ MIRAGEN, Bruno. **Curso de direito do consumidor**. 3. ed. rev. atual. e ampl. Revista dos Tribunais. 2012. p. 110.

⁶⁵ GRUPO DE ACCIÓN SOBRE EROSIÓN, TECNOLOGÍA Y CONCENTRACIÓN – GRUPO ETC. **La inmensidad de lo mínimo**: breve introducción a las tecnologías de nanoescala. [S. l.], jun. 2004. Disponível em: <http://www.etcgroup.org/sites/www.etcgroup.org/files/publication/102/02/littlebd_espagnol.pdf>. Acesso em: 01 abr. 2013.

cognitiva (permitindo o controle da mente através da manipulação dos neurônios).’ O grupo ETC utiliza o termo BANG, para apresentar a convergência tecnológica entre bits, átomos, neurônios e genes. Conforme os estudos dessa organização não governamental o BANG ‘trata-se de uma cruzada tecnológica para controlar toda a matéria, vida e conhecimento.’

De acordo com a teoria do Little BANG, os neurônios podem ser reengenheirados de tal forma que nossas mentes ‘falem’ diretamente a computadores ou membros artificiais; vírus podem ser engenheirados para atuarem como máquinas ou, potencialmente, como armas; redes de computadores podem ser fundidas com redes biológicas para desenvolver inteligência artificial ou sistemas de vigilância⁶⁶.

Observa-se que a nanotecnologia abre uma janela muito grande para a interação entre as mais variadas áreas do conhecimento, demonstrando a transdisciplinariedade desta matéria. O ser humano pode realizar muitas façanhas com estas novas tecnologias, como controlar a vida e a matéria viva, diante de tal poder deve existir um limite ético e jurídico para mitigar os riscos decorrentes deste poder.

3. Riscos Ambientais e Riscos para a Saúde Humana: a nanobiotecnologia pode criar fusão entre a matéria viva e a não viva, resultando em organismos híbridos e produtos que não são fáceis de controlar e se comportam de maneiras não previsíveis. Alta reatividade e mobilidade e outras propriedades advindas de seu pequeno tamanho também têm grande probabilidade de acarretar novas toxicidades. Diversas são as indagações quanto aos riscos do contato com nanopartículas para a segurança dos trabalhadores e dos consumidores. O grande problema reside no fato de que ao se utilizar de nano implementos, não se tem certeza dos fatores nocivos provenientes dos produtos e subprodutos nanotecnológicos. Alguns estudos publicados demonstraram que cobaias submetidas a partículas ‘nano’ apresentaram modificações morfofisiológicas drásticas, alguns resultando em morte. Devido ao tamanho reduzido fica difícil determinar o grau de dispersão de nano estruturas no meio ambiente⁶⁷.

A nanobiotecnologia pode criar organismos híbridos e produtos que podem ser incontroláveis, já que as experimentações são inovadoras e não se sabe o que pode ocorrer perante tal inovação, perante este contexto colocam-se os

⁶⁶ BERGER FILHO, Airton Guilherme. Nanotecnologia e o princípio da precaução na sociedade de risco. **Âmbito Jurídico**, Rio Grande, ano 13, n. 72, jan. 2010. Disponível em: <http://www.ambito-juridico.com.br/site/index.php?n_link=revista_artigos_leitura&artigo_id=7084>. Acesso em: 01 abr. 2013.

⁶⁷ Ibid.

trabalhadores e os consumidores em risco, já que não se tem ideia da nocividade de tal manipulação biotecnológica.

4. A incerteza científica acerca das nanopartículas e o vácuo na regulamentação: Dados toxicológicos sobre nano partículas manufaturadas são escassos, mesmo existindo produtos comerciais no mercado (insumos agrícolas, cosméticos, filtros solares). Os critérios utilizados para saber a toxicidade das substâncias na escala macro não trazem certezas quando confrontados com a nanotecnologia. Não existem metodologias confiáveis para estabelecer diferença entre as propriedades encontradas na 'Macroescala' e na 'Nanoescala'. É importante evidenciar que no Brasil inexistem leis e dispositivos capazes de prevenir ou até mesmo abordar as peculiaridades dessa nova revolução tecnológica. As normas jurídicas que podem ser utilizadas para, por exemplo, autorizar a comercialização de um determinado produto nanotecnológico para a agricultura não diferem das normas e critérios técnicos para os demais produtos, pois não existe uma diferenciação pelo Direito entre o tratamento legal da nanotecnologia e de outras tecnologias.⁶⁸

Deve-se, por conseguinte, evitar a pressa, a precipitação, o desejo pelo resultado imediato, ou seja, comportamentos típicos da sociedade contemporânea, caracterizada pela cultura do risco.⁶⁹ Diante desta pressa, coloca-se em risco a saúde dos seres humanos bem como da própria natureza.

Modernamente os riscos são globais, pois de alguma maneira acabam por influenciar as pessoas e o meio ambiente como um todo:

Na atualidade, os riscos passam a ser globais, podendo abranger todo o planeta, superando o modelo de risco da Sociedade Industrial, em que os riscos são locais, ameaçando uma determinada comunidade (...). Exatamente por causa dessa globalização dos riscos, entende-se que a responsabilidade pelo gerenciamento dos riscos da Sociedade de Risco é de todo o planeta, rompendo-se a ideia de responsabilidade de um país isolado, pois os riscos da modernidade reflexiva se inserem na dimensão global.⁷⁰

⁶⁸ BERGER FILHO, Airton Guilherme. Nanotecnologia e o princípio da precaução na sociedade de risco. **Âmbito Jurídico**, Rio Grande, ano 13, n. 72, jan. 2010. Disponível em: <http://www.ambito-juridico.com.br/site/index.php?n_link=revista_artigos_leitura&artigo_id=7084>. Acesso em: 01 abr. 2013.

⁶⁹ MACHADO, Paulo Affonso Leme. **Direito ambiental brasileiro**. 12. ed. São Paulo:Malheiros, 2004. p. 67.

⁷⁰ ENGELMANN, Wilson; MACHADO, Saraiva Viviane. Do princípio da precaução à precaução como princípio. Construindo as bases para as nanotecnologias compatíveis com o meio ambiente. **Revista de Direito Ambiental**, São Paulo, ano 18, p. 19, jan./mar. 2013.

Ainda de forma primária alguns cientistas demonstram alguns danos ou riscos que a nanotecnologia pode gerar:

Nanopartículas de prata, de dióxido de titânio, de zinco e de óxido de zinco -usadas em suplementos nutricionais, embalagens para alimentos e materiais que entram em contato com alimentos, apresentaram alta toxicidade para células em estudos feitos em tubos de ensaio. Testes de laboratório também mostraram que nanopartículas de óxidos de metais podem penetrar nas células e danificar o DNA.

Nanocompostos - podem chegar à corrente sanguínea por inalação ou ingestão, e alguns podem penetrar pela pele. São capazes de atravessar membranas biológicas e atingir células, tecidos e órgãos que partículas maiores não conseguem. Podem flutuar no ar, viajando por grandes distâncias. É possível que eles se acumulem na cadeia alimentar da mesma forma que os metais pesados.

Fulerenos de carbono – podem, rapidamente, causar danos cerebrais em peixes; 4 interferem na coagulação do sangue em coelhos; um teste com ratos mostrou comportamento de amnésia nos animais expostos. Em testes *in vitro* mostrou que apenas 1 hora depois os fulerenos foram capazes de aumentar a oxidação em tecidos expostos. Por apresentarem grande área superficial, são altamente reativos e podem formar radicais livres.

Nanotubos de carbono - são solúveis na água e, portanto, podem ser ingeridos. Estudos mostram que eles se comportam como as fibras de asbesto (ou amianto). Na Austrália, Reino Unido e Suíça há solicitação de cientistas e seguradoras para aplicar o princípio da precaução no manejo desses nanotubos, devido aos riscos à saúde.⁷¹

Cabe ressaltar que o Poder Legislativo deveria regular o uso das nanotecnologias, assim, os governos estariam organizando a repartição dos riscos tecnológicos, evitando-se que se onerem as futuras gerações. Desta forma o correto seria que antes de se iniciar qualquer atividade econômica se realizassem estudos demonstrando a viabilidade do projeto, inclusive no que diz respeito aos prováveis danos, através da mensuração de seus riscos.

Em relação ao risco, verificam-se a partir de Niklas Luhmann, dois enfoques de exame: “[...] segundo seja o caso de que alguém participe no risco como portador de decisões ou como afetado por estas decisões[...]⁷²”.

⁷¹ SARNEY FILHO, José. Projeto de Lei. 2013. Regulamenta a rotulagem de produtos da nanotecnologia e de produtos que fazem uso da nanotecnologia. Disponível em: <http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra?codteor=1064788&filename=P L+5133/2013>. Acesso em: 30 jul. 2013.

⁷² LUHMANN, Niklas. **Sociología Del riesgo**. Tradução de Silvia Pappé, Brunhilde Erker, Javier Torres Nafarrate e Luis Felipe Seghura. Guadalajara: Universidad Iberoamericana e Universidad de Guadalajara, 1992. p. 45.

Difícilmente se encontrará um consenso em relação a esses dois caminhos, como versa Engelmann:

Diante destes dois caminhos, dificilmente se poderá vislumbrar, com facilidade, um encontro de ideias, gerando o consenso. Pelo contrário, no caso das nanotecnologias, especialmente no tocante às decisões que promovam o cuidado do ser humano e o meio ambiente gerarão fortes antagonismos, considerando os resultados financeiros que a produção a partir da escala nano poderão promover.⁷³

Este conceito de risco trazido por Luhmann caracteriza-se como restrito, ao seu lado pode-se averiguar um conceito mais amplo de risco, incluindo o denominado de perigo. A concepção ampliada de risco visa sublinhar a “emergência de futuros eventos danosos para o homem, sejam elas consequências da sua ação individual, resultado não intencionado da ação coletiva ou simplesmente fenômenos naturais com efeitos negativos para a sociedade”.⁷⁴

Nesta concepção ampliada de risco se enquadram as nanotecnologias, já que poderão causar danos ao meio ambiente e ao meio social. Diante disso, é preciso dar contornos jurídicos e normatizar tal utilização. Ao analisar o risco, deve-se ponderar sobre quais decisões deverão impor limites, já que estamos tratando com uma inovação tecnológica que pode gerar consequências imprevistas para as futuras gerações. Cabe ressaltar que determinadas partículas reagem de determinada forma ao se deslocarem à escala nano, observa-se que as partículas grandes de alumínio são pouco reativas, por isso podem ser utilizadas nas latas de refrigerante, tornando-as seguras, práticas e higiênicas. No entanto, nanopartículas de alumínio são extremamente reativas e radioativas, tornando-as explosivas, o que acabou gerando grande interesse na comunidade como uma opção ecológica de substituição aos escassos e poluidores combustíveis fósseis.⁷⁵ Portanto, pode-se averiguar que as nanos podem trazer muitos benefícios ao homem, mas diante desta nova perspectiva urge que se instituem marcos regulatórios para limitar seus

⁷³ ENGELMANN, Wilson. O diálogo entre as fontes do direito e a gestão do risco empresarial gerado pelas nanotecnologias: construindo as bases à juridicização do risco. In: STRECK, Lenio Luiz; ROCHA, Leonel Severo; ENGELMANN, Wilson (Org.). **Constituição, sistemas sociais e hermenêutica**: anuário do Programa de Pós-graduação em Direito da UNISINOS: mestrado e doutorado: n. 9. Porto Alegre: Livraria do Advogado; São Leopoldo: UNISINOS, 2012. p. 324.

⁷⁴ BRUSEKE, Franz Josef. Risco e Contingência. **Socitec e-prints**, Florianópolis, v. 1, n. 2, p. 39, jul./dez. 2005.

⁷⁵ O MATHUNA, Dónal P. **Nanoethics**: big ethical issues whit small technology. Londres: Continuum, 2009. p. 7.

usos diante dos prováveis riscos que possam causar aos seres humanos. Pode-se citar alguns materiais e seus possíveis efeitos:

As nanopartículas podem provocar reações de inflamação nos tecidos do corpo; nanopartículas de carbono podem penetrar no cérebro pela mucosa do nariz; nanopartículas de prata, de dióxido de titânio, de zinco e de óxido de zinco usadas em suplementos nutricionais, embalagens para alimentos e materiais que entram em contato com alimentos, apresentam alta toxicidade para células em estudos feitos em tubos de ensaio. Testes de laboratório também mostraram que nanopartículas de óxidos de metais podem penetrar nas células e danificar o DNA.⁷⁶

Entretanto, a maior dificuldade está em identificar, no momento de colocar o produto no mercado, se estes eventuais riscos existem ou se virão a existir. Desta forma deveria se exigir do fornecedor que informasse sobre danos futuros que segundo o estado da técnica no instante da inserção do produto no mercado, fossem possíveis de identificar⁷⁷.

Muitos países do mundo já estão consolidando a instalação das nanotecnologias de forma segura, diferentemente do Brasil que não está dando a devida importância para este tema, diante disso, as empresas e indústrias brasileiras deverão estar atentas às discussões e regulamentações internacionais, pois elas gerarão impactos nacionais.

No que concerne ao risco, o art. 931 do Código Civil,⁷⁸ inaugura o risco do desenvolvimento no âmbito da responsabilidade do fornecedor, trazendo à tona a responsabilização pela inovação dos produtos produzidos pela indústria e colocados em circulação no mercado consumidor.

Os chamados riscos do desenvolvimento são aqueles que se constatarem apenas após o ingresso do produto ou do serviço no mercado de consumo, em face de melhorias ou avanços científicos e técnicos que permitem a identificação do defeito já existente do produto ou serviço, mas não identificável pelo fornecedor.⁷⁹

⁷⁶ A MANIPULAÇÃO do invisível. **Novas Tecnologias Nanotecnologia**, [S.l.], primavera 2009.

⁷⁷ MIRAGEN, Bruno. **Curso de direito do consumidor**. 3. ed. rev. atual. e ampl. São Paulo. Revista dos Tribunais. 2012. p. 228.

⁷⁸ Ressalvados outros casos previstos em lei especial, os empresários individuais e as empresas, responderão independentemente de culpa pelos danos causados pelos produtos postos em circulação.

⁷⁹ MIRAGEN, Bruno. **Curso de direito do consumidor**. 3. ed. rev. atual. e ampl. São Paulo. Revista dos Tribunais. 2012. p. 462.

Ao analisar o risco do desenvolvimento somente pelo viés do consumidor, seria um tanto quanto errado, já que tal dispositivo legal se encontra no Código Civil de 2002, conforme versa o Prof.^o Dr. Engelmann:

Trata-se de um novo instituto trazido pelo Código Civil de 2002 e como tal deve ser tratado. Examiná-lo apenas pelo viés consumerista é dar-lhe um contorno por demais restritivo, quando está catalogado dentro do Título de Responsabilidade Civil. Não se trata, também, de encara este risco como um 'defeito' do produto. Examinando o tempo em que surge o Código Civil, ou seja, em plena Era da Revolução Tecnológica, no qual se inserem as nanotecnologias, pensa-se que a sua abrangência deverá abrigar a fabricação e a colocação no mercado de produtos gerados a partir de tecnologias que ainda não são conhecidas integralmente, especialmente no tocante aos seus riscos. Caso contrário, não seriam 'riscos de desenvolvimento', os quais decorrem de 'danos causados pelos produtos postos em circulação'.⁸⁰

Deve-se ter ciência e técnica para mensurar se os conhecimentos disponíveis no momento em que o produto entrou em circulação, e se era possível detectar a presença de algum defeito.⁸¹ Assim, também podemos acrescentar o que dispõe o art. 10 do CDC: "O fornecedor não poderá colocar no mercado de consumo produto ou serviço que sabe ou deveria saber apresentar alto grau de nocividade ou periculosidade à saúde ou segurança."⁸²

Observa-se que tal dispositivo não está sendo respeitado, já que produtos nanotecnológicos estão sendo vendidos livremente no mercado consumidor, sem saber o nível de nocividade para a saúde humana bem como à natureza.

Atualmente não podemos mensurar os riscos nem eventuais danos a saúde, mas posteriormente, em uma próxima geração, tais danos poderão ser sentidos, por isso tamanha importância de nossa conscientização e regulação de tais produtos, as empresas que estão colocando estes materiais a disposição dos consumidores deverão arcar com danos futuros, se estes ocorrerem.

⁸⁰ ENGELMANN, Wilson. O diálogo entre as fontes do direito e a gestão do risco empresarial gerado pelas nanotecnologias: construindo as bases à juridicização do risco. In: STRECK, Lenio Luiz; ROCHA, Leonel Severo; ENGELMANN, Wilson (Org.). **Constituição, sistemas sociais e hermenêutica**: anuário do Programa de Pós-graduação em Direito da UNISINOS: mestrado e doutorado: n. 9. Porto Alegre: Livraria do Advogado; São Leopoldo: UNISINOS, 2012. p. 338.

⁸¹ PASQUALOTTO, Adalberto. A responsabilidade civil do fabricante e os riscos do desenvolvimento. In: MARQUES, Claudia Lima (Coord.). **A proteção do consumidor no Brasil e no Mercosul**. Porto Alegre: Livraria do Advogado, 1994. p. 23.

⁸² BRASIL. **Lei nº 8.078, de 11 de setembro de 1990 [Código do Consumidor]**. Dispõe sobre a proteção do consumidor e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8078.htm>. Acesso em: 31 jul. 2013.

Diante disso, pode-se vislumbrar a importância de pesquisas científicas para averiguação dos riscos e de prováveis danos à saúde e à natureza. O risco do desenvolvimento não será desencadeado por qualquer dano, mas ao decorrente do desenvolvimento técnico-científico, ou seja, o dano desconhecido.

Os cientistas de todo mundo estão preocupados sobre os riscos inerentes às nanotecnologias, como se pode averiguar neste excerto de artigo:

As mesmas características que tornam as nanopartículas interessantes do ponto de vista de aplicação tecnológica podem ser indesejáveis quando essas são liberadas ao meio ambiente. O pequeno tamanho das nanopartículas facilita sua difusão e transporte na atmosfera, em águas e em solos, ao passo que dificulta sua remoção por técnicas usuais de filtração. Pode facilitar também a entrada e o acúmulo de nanopartículas em células vivas. De modo geral, sabe-se muito pouco ou nada sobre a biodisponibilidade, biodegradabilidade e toxicidade de novos nanomateriais. A contaminação do meio ambiente por nanomateriais com grande área superficial, boa resistência mecânica e atividade catalítica pode resultar na concentração de compostos tóxicos na superfície das nanopartículas, com posterior transporte no meio ambiente ou acúmulo ao longo da cadeia alimentar; na adsorção de biomoléculas, com conseqüente interferência em processos biológicos *in vivo*; numa maior resistência à degradação (portanto, maior persistência no meio ambiente) e em catálise de reações químicas indesejáveis no meio ambiente.⁸³

Evidencia-se que realmente há preocupação por parte dos cientistas sobre os riscos das nanotecnologias devido ao alto grau de penetração que suas partículas possuem.

O art. 931 do Código Civil versa que o responsável é aquele que deve assumir os riscos que foram realizados, um dos fundamentos para este deslocamento de responsabilidade para quem promove tais inovações tecnológicas também é a percepção de lucro:

A contrapartida de lucro, ou a contrapartida do poder e da autoridade, ou o fato de parecer natural que se impute responsabilidade à pessoa que está na origem do risco, ou a garantia de solvabilidade do responsável designado, ou mesmo a força obrigatória do contrato, no caso de ser contratual a designação do responsável, ou, ainda, a aptidão particular do seguro, uma vez que,

⁸³ QUINA, Frank H. Nanotecnologia e o meio ambiente: perspectivas e riscos. **Quím. Nova [online]**, São Paulo, v. 27, n. 6, p. 17, Nov./Dec. 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/qn/v27n6/22297.pdf>> Acesso em: 02 ago. 2013.

por meio da mediação do segurador, há maior segurança de que a vítima seja efetivamente indenizada.⁸⁴

Ao inovar, o empresário deve conhecer, pesquisar e acompanhar a produção do novo produto para que realmente saiba se o produto que colocará em circulação é seguro, portanto ele está onde o risco começa, ou seja, na produção, na manipulação desta nova tecnologia, devendo, portanto, se responsabilizar pelos riscos inerentes a sua produção. Sabiamente o professor doutor Wilson Engelmann nos ensina:

[...] o alicerce do 'risco do desenvolvimento' trazido pelo Código Civil de 2002, quem gera o risco, porque inova, deverá utilizar todas as medidas precaucionárias para evitar ou minorar a ocorrência dos danos. Uma alternativa importante para dar conta deste cenário é a gestão do risco, por meio de medidas como: a informação ao mercado de que o produto contém nanopartículas; a realização de testes e análises por órgãos independentes; acompanhamento dos efeitos decorrentes do uso do produto; continuidade dos testes e análises ao longo do período de comercialização; a identificação do ciclo de vida do produto. Esta gestão poderá amenizar a responsabilidade pelo desenvolvimento do novo produto e abre, por outro lado, uma nova cadeia de responsabilidade, onde estas medidas também poderão ser valoradas. Esta nova cadeia incluirá: o próprio pesquisador que desenvolveu a pesquisa que originou a patente que depois foi transferida para a indústria; a instituição onde a pesquisa foi desenvolvida; o órgão de fomento; o estado que fomentou a realização da pesquisa.⁸⁵

Diante desta cadeia de desenvolvimento, restará mais ampliada a forma de responsabilização, bem como aumentará a segurança para os consumidores destes produtos inovadores. O princípio da precaução já reconhecido no âmbito do Direito Ambiental pode ser utilizado por analogia a todas as situações em que haja risco de dano, principalmente no que tange a inclusão das nanotecnologias no mercado consumidor. Ao aumentar a cadeia de desenvolvimento supramencionada, fica evidente a boa-fé do fabricante ao investir em pesquisas visando segurar ao consumidor a manutenção de sua salubridade bem como de sua segurança.

⁸⁴ HIRONAKA, Giselda Maria Fernandes Novaes. Responsabilidade civil e contemporaneidade: retrato e moldura. In: HIRONAKA, Giselda Maria Fernandes Novaes; SIMÃO, José Fernando (Coord.). **Ensaio sobre responsabilidade civil na pós-modernidade**. Porto Alegre: Magister, 2009, v. 2, p. 200-201.

⁸⁵ ENGELMANN, Wilson. O diálogo entre as fontes do direito e a gestão do risco empresarial gerado pelas nanotecnologias: construindo as bases à juridicização do risco. In: STRECK, Lenio Luiz; ROCHA, Leonel Severo; ENGELMANN, Wilson (Org.). **Constituição, sistemas sociais e hermenêutica**: anuário do Programa de Pós-graduação em Direito da UNISINOS: mestrado e doutorado: n. 9. Porto Alegre: Livraria do Advogado; São Leopoldo: UNISINOS, 2012. p. 324.

3.2 O Risco do Desenvolvimentos e sua utilização frente às Nanotecnologias

Evidencia-se que as Nanotecnologias já estão inseridas no nosso contexto atual, seja em pesquisa, produtos, desenvolvimentos de fórmulas visando o melhoramento da vida humano em muitos setores, mas e quanto aos riscos ainda ignorados? Neste ensejo fala-se na teoria do risco do desenvolvimento, sendo a possibilidade de um produto causar um dano ainda desconhecido cientificamente no momento que for colocado em circulação no mercado.⁸⁶ Tais riscos imprevisíveis decorrem em sua maioria devido às inovações tecnológicas advindas da modernidade na qual estamos inseridos, fazendo com que cada vez mais nos deparemos com situações em que teremos que lançar mão deste conceito tão importante. Cabe ressaltar que ao colocar no mercado consumidor um novo produto, o fornecedor deve provar que usou todos os esforços para detectar um defeito e que nenhum outro produtor em seu lugar seria capaz de detectar algum defeito, demonstrando assim sua boa-fé perante os consumidores que esperam comprar um produto seguro ao consumo.

Cabe ressaltar que o código não incluiu entre as causas exoneratórias os riscos de desenvolvimento⁸⁷, desta forma pode-se dizer que os defeitos decorrentes do risco do desenvolvimento representam uma espécie de do gênero defeito da concepção, devido á carência de informações científicas, á época da concepção a respeito dos riscos inerentes às novas tecnologias.⁸⁸

A Inovação tecnológica e toda a modernização atual exigem uma resposta do Direito e uma adequação a esta nova realidade, visando que não se percam garantias de direito e que os mesmos não sejam violados. A sociedade de risco atual é baseada na confiança, confiança esta que o consumidor tem ao interpretar que os produtos disponibilizados no mercado são testados e possuem segurança, mas e em relação aos produtos resultantes de novas tecnologias? Como o caso das

⁸⁶ MARINS, James. **Responsabilidade da empresa pelo fato do produto: acidentes de consumo no Código de Proteção e Defesa do Consumidor**, São Paulo, Revista dos Tribunais, 1993, p.128.

⁸⁷ BENJAMIN, Antônio Herman V. MARQUES, Claudia Lima. BESSA, Leonardo Roscoe. **Manual De Direito Do Consumidor**, São Paulo, Revista dos Tribunais, 2009, p. 131.

⁸⁸ Ibid. p. 131.

Nanotecnologias, são eles realmente seguros? Esta é uma dúvida que ainda temos e teremos por alguns anos, pois toda a mudança e inovação dependem de tempo para que se conheça como funciona ou como ela repercute na natureza ou na saúde humana.

No Código de Defesa do Consumidor em seus artigos 8º e 12 garantem ao consumidor a sua proteção por quaisquer tipos de riscos oferecidos pelos produtos colocados em circulação, portanto evidencia-se, sem entrar-se no mérito do risco do desenvolvimento, que os fornecedores serão responsáveis, independentemente de culpa, por qualquer risco que seus produtos oferecerem, desta forma Pasqualoto versa:

Definitivamente, a responsabilidade objetiva do fabricante é o sistema de reparação mais adequado aos dias atuais. Primeiro, porque é o que oferece maior garantia de proteção às vítimas. Segundo, porque os custos de ressarcimento devem recair sobre o fabricante, vez que é ele que cria o risco e está em melhor posição para controlar a qualidade e a segurança dos produtos. Terceiro. Porque, ainda que seja diligente, o fabricante tem melhores condições de suportar os riscos do produto, mediante seguro de responsabilidade, cujo prêmio se incorpora ao preço de venda, distribuindo-se o custo entre os próprios consumidores.⁸⁹

Entretanto, para o Risco do Desenvolvimento isto não é tão simples, visto que o fornecedor não consegue detectar os riscos do produto hoje, já que a ciência ainda não galgou um conhecimento específico para isso, desta forma, o risco somente será detectado com o desenvolvimento científico através de técnicas mais apuradas.

O fornecedor deve estar atento e acompanhar sempre o comportamento de seus produtos e serviços, mesmo depois de sua comercialização, e quanto maiores os riscos e desconhecimento, maior deve ser a obrigação deste acompanhamento⁹⁰.

Frente a isso a pergunta é, o fornecedor pode ser responsabilizado por um dano impossível de ser detectado no momento atual? Pasqualoto ao fazer um

⁸⁹ PASQUALOTTO, Adalberto. A responsabilidade civil do fabricante e os riscos do desenvolvimento. In: MARQUES, Claudia Lima (Coord.). **A proteção do consumidor no Brasil e no Mercosul**. Porto Alegre: Livraria do Advogado, p. 77, 1994

⁹⁰ BENJAMIN, Antônio Herman V. MARQUES, Claudia Lima. BESSA, Leonardo Roscoe. **Manual De Direito Do Consumidor**, São Paulo, Revista dos Tribunais, 2009, p. 132.

estudo sobre a diretiva europeia que serviu de inspiração ao CDC, afirma que o fornecedor é responsável pelo dano causado por seu produto, bastando que se tenha o dano e o nexo causal em relação ao produto oferecido, assim expõe:

A falta de referência expressa no CDC aos riscos do desenvolvimento mantém na penumbra o adequado tratamento dado à matéria. Uma interpretação restrita ao texto legal deixaria o CDC abaixo do patamar de proteção desejável. Dando atenção ao princípio da solidariedade como obrigação de indenizar, os consumidores deveriam ser garantidos contra qualquer espécie de dano.⁹¹

Em contrapartida há correntes mais flexíveis em relação à responsabilização do fornecedor, levando em conta fortemente que na época não era possível vislumbrar os riscos do produto e desta forma exoneram o fornecedor, conforme Silva demonstra:

O já conhecido estalão do 'estado do conhecimento e da técnica' serve de linha de fronteira entre os defeitos de concepção e informação e os chamados defeitos do desenvolvimento, ficando do primeiro lado, os riscos conhecidos, cognoscíveis ou previsíveis e do outro, os riscos ignotos, incognoscíveis ou imprevisíveis; por aqueles, o produtor responde na base da culpa ou independentemente dela; por este, o produtor não é responsável.⁹²

Ainda nesta mesma visão insere-se o doutrinador Fábio Ulhoa Coelho que explana que as informações transmitidas aos consumidores a época teriam sido adequadas e suficientes, na forma que o conhecimento técnico-científico poderia prever.⁹³ Ao lançar no mercado o produto sem saber da nocividade ou

⁹¹ PASQUALOTTO, Adalberto. A responsabilidade civil do fabricante e os riscos do desenvolvimento. In: MARQUES, Claudia Lima (Coord.). **A proteção do consumidor no Brasil e no Mercosul**. Porto Alegre: Livraria do Advogado, p. 90, 1994

⁹² SILVA, João Calvão. **Responsabilidade civil do produtor**. Coimbra: Almedina, 1990. p. 521.

⁹³ COELHO, Fábio Ulhoa. **O Empresário e os Direitos dos Consumidores: o cálculo empresarial na interpretação do Código de Defesa do Consumidor**. São Paulo: Saraiva, 1994, p. 84.

periculosidade ao consumidor exclui a responsabilidade decorrente de danos causados. Não pode ser imputado ao fornecedor conhecer os esses riscos, pois equivaleria a obriga-lo ao impossível.⁹⁴

Outro doutrinador que é adepto desta ideia é Gustavo Tedepino que alega que em face dos conhecimentos científicos da época da introdução do produto no mercado não se houve o ferimento da justa expectativa do consumidor.⁹⁵

Entretanto tal visão não parece a mais adequada visto que são direitos do consumidor a proteção á vida, segurança, e saúde e desta forma deve haver a reparação do dano causado pelo consumo de qualquer produto.

Neste âmbito pode-se citar às nanotecnologias, devido às incertezas do desenvolvimento tecnológico, como ainda não se sabem quais os eventuais riscos que delas podem advir, se for adotada uma teoria como a de Silva poderia deixar um ensejo para que os produtores pudesse se esquivar de uma responsabilidade pelos danos causados por esta nova tecnologia, mas fica-se a seguinte questão em relação a isto, caso ocorra um dano então decorrente desta nova tecnologia, os produtores e fornecedores sairão impunes enquanto pessoas inocentes e crentes de que estavam consumindo produtos de confiança saem prejudicados e com danos talvez, quem sabe, até mesmo irreparáveis? Diante deste cenário evidencia-se a vulnerabilidade do consumidor que deve ser levada em conta sempre.

Assim, urge que se caracterize a responsabilidade objetiva do fornecedor, mesmo que em face do risco do desenvolvimento. Obviamente deve-se comprovar o nexo causal entre o dano e o ato do agente para a responsabilização, podendo-se fazer uso da responsabilidade civil para este desiderato.

Diante da perspectiva atual no que se refere às Nanotecnologias, sendo os riscos ainda imperceptíveis, imprevisíveis, inimagináveis e imensuráveis, não se pode pensar em um dano já ocorrido, mas sim pensar em um futuro visando à prevenção, diante disso o princípio da precaução demonstra-se muito hábil a lidar com a sociedade de risco mencionada no capítulo anterior. Assim, pensar em a

⁹⁴ COELHO, Fábio Ulhoa. **O Empresário e os Direitos dos Consumidores: o cálculo empresarial na interpretação do Código de Defesa do Consumidor**. São Paulo: Saraiva, 1994, p. 86.

⁹⁵ TEDEPINO, Gustavo. **A responsabilidade médica na experiência brasileira contemporânea**. In Temas de Direito civil. Tomo II. Rio de Janeiro: Renovar, 2006. p. 68.

probabilidade de algo acontecer, conforme versa o professor Délton, [...] “Por se tratar de risco, não há necessidade de dano atual nem necessariamente a certeza científica absoluta de sua ocorrência futura, mas tão somente a probabilidade de dano [...] ensejaria a condenação do agente às medidas preventivas necessárias (obrigação de fazer e não fazer) a fim de evitar danos ou minimizar as consequências futuras daqueles já concretizados”.⁹⁶

A teoria do risco do desenvolvimento demonstra-se de suma importância para o tema das nanotecnologias já que elas possuem incertezas científicas na sociedade de risco, vislumbra-se um tema muito complexo já que não há uma posição clara sobre este instituto, seja na doutrina, na lei ou na jurisprudência.

Desta forma, deve-se buscar uma resposta mais satisfatória em relação a isso, instigando o direito a dar conta desta nova problemática, pois pode-se dizer que se houver a exclusão da responsabilidade isso poderá acarretar uma falta de interesse na investigação apropriada de eventuais riscos, agravando ainda mais a atual situação. Desta forma o consumidor mesmo sendo a parte vulnerável estaria a suportar todo o ônus, o que vai de encontro com todos os princípios protetivos do CDC.

⁹⁶ CARVALHO, Délton Winter de. Dano ambiental futuro. In **Revista de Direito Ambiental**, n 45, ano 12, jan./mar. 2007. p. 74.

5 CONCLUSÃO

As nanotecnologias estão cada vez mais sendo inseridas no mercado consumidor e frente a isso procura-se ensejar uma maior proteção aos consumidores quanto a possíveis danos que sejam causados pelo advento desta nova tecnologia, neste contexto insere-se o risco do desenvolvimento, pois não há muitas informações e o conhecimento científico ainda não está suficientemente calçado para dar conta das consequências que podem advir desta tecnologia, a ciência evolui de forma contínua e desta forma deve-se assegurar uma constante observação por parte dos fornecedores e produtores.

Assim, urge que o Direito tome para si este cálice e regule de maneira eficaz este tema, para que o consumidor possa se sentir realmente seguro ao consumir determinado produto oferecido no comércio.

Mesmo em face da insipiência no que concerne a amplitude dos efeitos que este novo cenário poderá gerar, os setores de pesquisa estão a todo vapor, bem como as indústrias estão revendendo seus produtos livremente. Observou-se que a comunidade desconhece os riscos, por isso não podem sequer escolher enfrentá-los, já que lhes falta o principal, a informação.

Certamente que a relação do Direito com as novas tecnologias é recente, mas deve-se tentar mitigar seus riscos, bem como acompanhar esta escala tecnológica crescente para que possa enfrentar os direitos e deveres decorrentes desta inovação tecnológica.

Hoje já se sabe que a combinação das nanotecnologias podem interagir com o meio ambiente gerando efeitos tóxicos, efeitos estes ainda desconhecidos pelo ser humano, seja pela ausência de metodologia específica para sua constatação e estudo, seja pelo tempo que ainda é pequeno para esta mensuração. Frente a isso, deve-se ter cuidado com os riscos concernentes a esta tecnologia, já que se vive em um cenário de incertezas.

As nanotecnologias causaram e ainda causarão muitas transformações na sociedade em que vivemos, impactando diversos setores e áreas do conhecimento.

Corretamente se afirma que esta inovação tecnológica trouxe diversas benfeitorias aos seres humanos, tais como na área médica em que remédios atuam diretamente sobre células doentes preservando as sadias, entretanto, também existem malefícios trazidos pelas nanotecnologias, como a nanopoluição. Desta

forma observa-se que os riscos nanotecnológicos são globais já que existem em uma escala mundial, trazendo consigo riscos inerentes à sociedade globalizada em que se vive. Assim, torna-se evidente que o ser humano deve se preocupar com o futuro, e por meio do Princípio da Precaução esta preocupação pode ser minorada, bem como pode limitar o agir do ser humano evitando sua autodestruição.

A precaução visa proteger as pessoas e o meio ambiente em que vivem, para assim galgarem um futuro melhor para os seus e para as futuras gerações que estão na dependência dos atos tomados nos dias de hoje.

Os Direitos Humanos e o respeito à informação devem ser os pilares para a construção de um mundo melhor, e devem sempre vir antes de interesses econômicos, o que não se observa na atualidade. O Princípio da Precaução pauta-se nos requisitos da gravidade, irreversibilidade do risco e incerteza do dano, o que implica dizer que no caso das nanotecnologias pode-se aplicá-lo sem restrições para se alcançar o desejado futuro seguro e justo para todos. Diante disso, pergunta-se: tal princípio (precaução), tão importante em nosso sistema jurídico, está sendo efetivado? As espécies vivas, como um todo, estão sendo respeitadas no que tange aos riscos desconhecidos das nanotecnologias? Infelizmente observa-se que tais princípios ainda são vistos como meras regras que devem ser aplicadas em decisões judiciais, não obtendo a real efetivação para oferecer um *modus vivendi* de maior qualidade para todos os seres, sejam consumidores ou não.

Não se pretende neste trabalho apenas versar sobre o Princípio da Precaução e o risco do desenvolvimento, já que muitos juristas já o fazem, mas pretende-se dar um novo viés através dos limites que podem ser impostos por ele (precaução), não sendo aplicado como se deseja, e não como uma expressão utilizada sem o peso inerente à ela.

O fabricante deve sempre se manter em observação atenta no que concerne a evolução técnico-científica visando minorar as probabilidades de danos que podem ser causados por seus produtos.

No que diz respeito às nanotecnologias, uma das medidas necessárias é que os fornecedores a nível de Precaução disponibilizem aos consumidores as informações extensivas sobre o uso desta tecnologia e que acompanhem as pesquisas científicas realizadas sobre este tema, visando sempre o bem do consumidor e visando a maior perícia possível sobre seus riscos.. O Estado deve

proteger os consumidores através da instauração desta norma informacional e também através de uma maior regulamentação acerca do risco do desenvolvimento.

O Direito deve dar conta deste novo cenário, reconfigurando-se e acompanhando o desenvolvimento tecnológico e social, através da transdisciplinariedade, ou seja, dialogando com as demais áreas de conhecimento, podendo assim, chegar a um denominador comum para se alcançar tal aspiração.

Devem-se monitorar os riscos nanotecnológicos não somente na fase de processamento dos produtos, mas também acompanhar sua comercialização e o uso destes produtos, efetivando-se, assim, a boa-fé objetiva pré-contratual, contratual e pós-contratual, já que os fornecedores bem como os comerciantes tem o dever de cuidado nestas fases de todo o processo, assim como após seu consumo, efetivando, assim, o que refere a teoria do risco do desenvolvimento

REFERÊNCIAS

- A MANIPULAÇÃO do invisível. **Novas Tecnologias Nanotecnologia**, [S.l.], primavera 2009.
- A NANOTECNOLOGIA no Brasil. Brasília, DF: Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. [2013?]. Disponível em: <<http://nano.mct.gov.br/a-nanotecnologia-no-brasil/>>.
- AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL (ABDI). **Panorama nanotecnologia**, [S.l.], v. 10, 2010.
- ARTE nanotecnológica. **O portal oficina de textos**, São Paulo, 19 fev. 2013. Disponível em: <<http://www.comunitexto.com.br/arte-nanotecnologica/#.UlfqExDxxZI>>.
- BENJAMIN, Antônio Herman V. MARQUES, Claudia Lima. BESSA, Leonardo Roscoe. **Manual De Direito Do Consumidor**, São Paulo, Revista dos Tribunais, 2009.
- BERGER FILHO, Airton Guilherme. Nanotecnologia e o princípio da precaução na sociedade de risco. **Âmbito Jurídico**, Rio Grande, ano 13, n. 72, jan. 2010. Disponível em: <http://www.ambito-juridico.com.br/site/index.php?n_link=revista_artigos_leitura&artigo_id=7084>.
- BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm>.
- BRASIL. Lei n. 11.105 de 24 de março de 2005. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2005/lei/l11105.htm>.
- BRASIL. **Lei nº 8.078, de 11 de setembro de 1990 [Código do Consumidor]**. Dispõe sobre a proteção do consumidor e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8078.htm>.
- BRASIL. Superior Tribunal de Justiça. **Recurso especial nº 586.316-MG**. Recorrente: Ministério Público do Estado de Minas Gerais. Recorrido: Associação Brasileira das Indústrias da Alimentação-ABIA. Relator: Min. Herman Benjamin. Brasília, DF, 17 de abril de 2007. Disponível em: <http://www.abdir.com.br/jurisprudencia/jurisp_abdir_13_4_09_1.pdf>.
- BRITO, Edivaldo. **Saiba o que é nanotecnologia e como ela pode mudar o futuro**. São Paulo, 11 mar. 2013. Disponível em: <<http://www.techtudo.com.br/artigos/noticia/2013/03/saiba-o-que-e-nanotecnologia-e-como-ela-pode-mudar-o-futuro.html>>.
- BRUSEKE, Franz Josef. Risco e Contingência. **Socitec e-prints**, Florianópolis, v. 1, n. 2, jul./dez. 2005.
- CARVALHO, Délton Winter de. Dano ambiental futuro. In **Revista de Direito Ambiental**, n 45, ano 12, jan./mar. 2007.
- CARVALHO, Délton Winter de. **Dano ambiental futuro: a responsabilização civil pelo risco ambiental**. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2008.
- COELHO, Fábio Ulhoa. **O Empresário e os Direitos dos Consumidores: o cálculo empresarial na interpretação do Código de Defesa do Consumidor**. São Paulo: Saraiva, 1994.
- DECLARAÇÃO sobre o ambiente humano. Estocolmo, jun. 1972. Disponível em: <<http://www.ufpa.br/npadc/gpeea/DocsEA/DeclaraAmbienteHumano.pdf>>.
- ENGELMANN, Wilson. O diálogo entre as fontes do direito e a gestão do risco empresarial gerado pelas nanotecnologias: construindo as bases à juridicização do risco. In: STRECK, Lenio Luiz; ROCHA, Leonel Severo; ENGELMANN, Wilson (Org.). **Constituição, sistemas sociais e**

hermenêutica: anuário do Programa de Pós-graduação em Direito da UNISINOS: mestrado e doutorado: n. 9. Porto Alegre: Livraria do Advogado; São Leopoldo: UNISINOS, 2012.

ENGELMANN, Wilson. O princípio da precaução como um direito fundamental: os desafios humanos das pesquisas com o emprego da nanotecnologia. In: SOUZA, Ismael Francisco de; VIEIRA, Reginaldo de Souza (Org.). **Direitos fundamentais e Estado**. Criciúma: Ed. UNESC, 2011. t. 1.

ENGELMANN, Wilson; FLORES, André Stringhi; WEYERMULLER, André Rafael. **Nanotecnologias, marcos regulatórios e direito ambiental**. Curitiba: Honoris Causa, 2010.

ENGELMANN, Wilson; MACHADO, Saraiva Viviane. Do princípio da precaução à precaução como princípio. Construindo as bases para as nanotecnologias compatíveis com o meio ambiente. **Revista de Direito Ambiental**, São Paulo, ano 18, jan./mar. 2013.

FOLADORI, Guilherme; INVERNIZZI, Noela. **Os trabalhadores da alimentação e da agricultura questionam as nanotecnologias**. [S.l., 2011?]. Disponível em: <http://www.rel-uita.org/nanotecnologia/trabajadores_cuestionan_nano-full-por.htm>.

GOLDIN, José Roberto. **O princípio da precaução**. Porto Alegre, 11 abr. 2002. Disponível em: <<http://www.bioetica.ufrgs.br/precau.htm>>.

GRUPO DE ACCIÓN SOBRE EROSIÓN, TECNOLOGÍA Y CONCENTRACIÓN – GRUPO ETC. **La inmensidad de lo mínimo:** breve introducción a las tecnologías de nanoescala. [S. l.], jun. 2004. Disponível em: <http://www.etcgroup.org/sites/www.etcgroup.org/files/publication/102/02/littlebd_espagnol.pdf>.

HARTMANN, Ivar Alberto Martins. Princípio da precaução e sua aplicação no direito do consumidor. **Revista de Direito do Consumidor**, São Paulo, 2011.

HIRONAKA, Giselda Maria Fernandes Novaes. Responsabilidade civil e contemporaneidade: retrato e moldura. In: HIRONAKA, Giselda Maria Fernandes Novaes; SIMÃO, José Fernando (Coord.). **Ensaio sobre responsabilidade civil na pós-modernidade**. Porto Alegre: Magister, 2009, v. 2.

KUNH, Tomas S. **A estrutura das revoluções científicas**. 6. ed. São Paulo: Perspectiva, 2001.

KUNH, Tomas S. The Structure of Scientific Revolutions. In: NEURATH, Otto; CARNAP, Rudolf; MORRIS, Charles (Ed.). **Foundations of the Unity of Science**. Chicago: The University of Chicago Press, 1970. v. 2.

LARENZ, Karl. **Derecho de obligaciones**. Trad. Jaime Santos Brinz. Madrid: Revista de Derecho Privado, 1958. t. 1.

LUHMANN, Niklas. **Sociologia del riesgo**. Trad. Silvia Pappé, Brunhilde Erker, Javier Torres NafarrTE E Luis Felipe Seghura. Guadalajara: Universidad Iberoamericana e Universidad de Guadalajara, 1992.

MACHADO, Paulo Affonso Leme. **Direito ambiental brasileiro**. 12. ed. São Paulo:Malheiros, 2004.

MARINS, James. **Responsabilidade da empresa pelo fato do produto: acidentes de consumo no Código de Proteção e Defesa do Consumidor**, São Paulo, Revista dos Tribunais, 1993.

MARQUES, Claudia Lima. **Contratos no código de defesa do consumidor**. 5. ed. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2006.

MILARÉ, Edis. **Direito do ambiente:** doutrina, jurisprudência, glossário. 2. ed. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2001.

MIRAGEN, Bruno. **Curso de direito do consumidor**. 3. ed. rev. atual. e ampl. Revista dos Tribunais. 2012.

MIRRA, Álvaro Luiz Valery. Direito ambiental: o princípio da precaução e sua aplicação judicial. **Revista de Direito Ambiental**, São Paulo, v. 21, jan. 2001.

NANOTECHNOLOGY Market Forecast to 2011. [S.l.], Abr. 2008. Disponível em: <http://www.researchandmarkets.com/reports/599660/nanotechnology_market_forecast_to_2011>¹

O'MATHUNA, Dónal P. **Nanoethics**: big ethical issues whit small technology. Londres: Continuum, 2009.

OST, François. **A natureza à margem da lei**: a ecologia à prova do direito. Tradução de Joana Chaves. Lisboa: Instituto Piaget, 1997.

OZIN, Geoffrey A.; ARSENAULT, André C. **Nanochemistry**: a chemical approach to nanomaterials. Cambrige: Royal Society of Chemistry, 2005.

PASQUALOTTO, Adalberto. A responsabilidade civil do fabricante e os riscos do desenvolvimento. In: MARQUES, Claudia Lima (Coord.). **A proteção do consumidor no Brasil e no Mercosul**. Porto Alegre: Livraria do Advogado, 1994.

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO DE JANEIRO (PUC-Rio). **Nanotecnologia**. Introdução. Rio de Janeiro, [2013?]. Disponível em: <http://nanotech.ica.ele.puc-rio.br/nano_introducao.asp>.

PORTAL DA UNIÃO EUROPÉIA. **Princípio da precaução**. Bruxelas, [2012?]. Disponível em: <http://europa.eu/legislation_summaries/consumers/consumer_safety/l32042_pt.htm>.

PROPHET, Elizabeth Clare; **As profecias de Saint Germain para a Era de Aquário**. 8º Ed, São Paulo: Nova Era, 2007.

QUINA, Frank H. Nanotecnologia e o meio ambiente: perspectivas e riscos. **Quím. Nova [online]**, São Paulo, v. 27, n. 6, p. 17, Nov./Dec. 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/qn/v27n6/22297.pdf>.

RATTNER, Henrique. Nanotecnologia - Para pior ou para melhor? **Revista Espaço Acadêmico**, Paraná, ano 4, n. 41, out. 2004. Disponível em: <<http://www.espacoacademico.com.br/041/41rattner.htm>>.

RODRIGUES, Marcelo Abelha. **Elementos do direito ambiental**: parte geral. 2. ed. rev., atual e ampl. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2005.

SARNEY FILHO, José. Projeto de Lei. 2013. Regulamenta a rotulagem de produtos da nanotecnologia e de produtos que fazem uso da nanotecnologia. Disponível em: <http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra?codteor=1064788&filename=PL+5133/2013>.

SILVA, João Calvão. **Responsabilidade civil do produtor**. Coimbra: Almedina, 1990.

TEDEPINO, Gustavo. **A responsabilidade médica na experiência brasileira contemporânea**. In Temas de Direito civil. Tomo II. Rio de Janeiro: Renovar, 2006.

THE PROJECT on Emerging Nanotechnologies. Washington, [2011?]. Disponível em: <<http://www.nanotechproject.org/inventories/consumer>>.

