

**AS NANOTECNOLOGIAS E A RESPONSABILIDADE CIVIL
PROSPECTIVA: POR UM DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DIANTE DA
TEMPORALIDADE COMPLEXA.**

*NANOTECHNOLOGY AND THE PROSPECTIVE CIVIL LIABILITY: FOR
SUSTAINABLE DEVELOPMENT IN THE COMPLEX TEMPORALITIES*

Graziela de Oliveira Köhler¹

RESUMO

O presente artigo pretende, a partir da matriz pragmática sistêmica, conectar as nanotecnologias com o risco e as relações temporais. A sociedade na percepção do risco tende buscar formas de prevenção de acontecimentos futuros, relacionando-se diretamente com a noção de tempo social complexo, o que leva à análise da condução do risco através da diferença entre passado, presente e futuro. Inicialmente, o trabalho aborda as nanotecnologias e os riscos de danos. Num segundo momento, demonstra a complexidade do tempo e sua relação com a tomada de decisão. Ao final, evidencia a necessidade de uma responsabilidade civil prospectiva para o gerenciamento das tecnologias em nano escala com vistas ao desenvolvimento sustentável. Palavras-chave: Nanotecnologias; Risco; Tempo; Responsabilidade Civil; Desenvolvimento Sustentável.

ABSTRACT:

This article aims at connecting nanotechnologies with the risk and the temporal relationships, from the systematic pragmatic matrix. Society in the risk perception tends to search for ways to prevent future events, relating directly to the notion of complex social time, which leads to the analysis of the risk through the difference between past, present and future. Initially, the work deals with nanotechnology and the risk of damage. Secondly, it demonstrates the complexity of time and its relation to decision making. At the end, highlights the need for a prospective civil liability for the management of nanoscale technologies with a view to sustainable development.

Keywords: Nanotechnology; Risk; Time; Liability; Sustainable Development.

1. INTRODUÇÃO

A nanotecnologia representa uma técnica científica inovadora que trabalha com a manipulação de átomos e moléculas a uma escala nanométrica. O contexto atual produz desafios nas mais variadas áreas do conhecimento, tendo em vista que sua amplitude trabalha com o “novo desconhecido” e com a gestão dos riscos produzidos.

As pesquisas científicas apontam muitos benefícios na utilização da tecnologia em escala “nano”, inclusive associar nanotecnologia e sustentabilidade. No entanto, a

¹ Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Direito da Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS), na linha de pesquisa: Sociedade, Novos Direitos e Transnacionalização. Mestre em Direito pela Universidade de Caxias do Sul. Especialista em Direito Empresarial pela Fundação Getúlio Vargas. Professora titular da Faculdade da Serra Gaúcha (FSG). Advogada. Email de contato: grazielak@superig.com.br.

possibilidade de riscos à saúde humana e ao meio ambiente é incerta. Dessa forma, há a necessidade de um agir com cautela, ou seja, aliar estratégias de gestão de riscos com base em decisões presentes que envolvem políticas públicas, o engajamento das partes envolvidas, a liderança governamental e instrumentos reguladores.

A regulação das nanotecnologias engloba desde o preceito de boas práticas a instrumentos de responsabilização. E esses devem trabalhar na perspectiva do desenvolvimento sustentável em duas frentes: de um lado, a promessa de acessibilidade aos benefícios dessa tecnologia; de outro lado, a gestão das incertezas e dos riscos de danos no futuro.

Com efeito, a gestão dos riscos nanotecnológicos é baseada em dados ainda limitados e incertos, acarretando insegurança quanto às consequências futuras. Com efeito, o Direito passa a ter um papel importante na regulação e na gestão dos riscos das nanotecnologias, sendo a responsabilidade civil um poderoso instrumento para tais objetivos. No entanto, torna-se necessário observar suas estruturas sob a ótica do risco.

Nesse aspecto, a sociedade na percepção do risco tende a buscar formas de prevenção de acontecimentos futuros, relacionando-se diretamente com a noção de tempo social complexo, o que leva à análise da condução do risco através da diferença entre passado, presente e futuro. Em sendo assim, o objetivo desta pesquisa é conectar as nanotecnologias com o risco e as relações temporais, voltando-se para o questionamento da estrutura da responsabilidade civil na temporalidade complexa.

Para tanto, partiu-se dos seguintes problemas: Qual a perspectiva dos riscos quando relacionados às tecnologias em nano escala? Em que medida a semântica temporal influencia a responsabilidade e o processo de tomada de decisão acerca da implantação das nanotecnologias? Como a responsabilidade civil pode tornar-se um instrumento de gestão jurídica do desenvolvimento sustentável?

O método-base utilizado para a pesquisa é o sistêmico, tendo em vista que permite a observação da sociedade hipercomplexa pós-moderna. Ainda, o referido método foi eleito porque consegue adaptar os sistemas sociais à temporalidade complexa e também proporciona a construção de novos mecanismos para a *práxis* jurídica.

Isso posto, o trabalho foi estruturado em três itens: o primeiro, intitulado como “As nanotecnologias e os riscos de danos”; o segundo, destinado a “Temporalidade complexa”; e o terceiro, trabalha a “Responsabilidade civil prospectiva”.

Dessa forma, o artigo aborda na primeira parte a definição das nanotecnologias, apontando seus riscos e benefícios. Ainda, esclarece a dificuldade de gerenciamento

sustentável no contexto social do risco. Na segunda parte, apresenta os contornos do tempo social complexo relacionado aos processos de tomada de decisões envoltas no risco. Por fim, apresenta a relevância de uma responsabilidade civil prospectiva.

2. As Nanotecnologias e o risco de dano

No ano de 1959, o físico Richard Feynmann palestrou o tema *There's Plenty of Room at the Bottom* (há muito espaço lá embaixo) na *American Physical Society*, onde anunciou a possibilidade de manipulação de átomos individuais. (LIMA, 2009). Eis o prenuncio de uma verdadeira Revolução Tecnológica que após anos de investidas da comunidade científica veio a ser denominada de nanotecnologias.

Referida expressão foi utilizada pela primeira vez no ano de 1974 pelo Prof. Norio Taniguchi² para descrever a produção de materiais em escala nanométrica. No entanto, o termo foi difundido somente na década de 1980 quando Eric Drexler lançou o livro *Engines of Creation*, que para muitos assemelhava a uma abordagem de ficção científica. No ano de 1992, Drexler publicou sua tese de doutorado que veio impulsionar as nanotecnologias na comunidade científica. (MARTINS, 2009). E a partir da década de 1990, esse campo ganhou novos contornos com avanços das pesquisas e técnicas aplicadas.

O prefixo *nano* vem do grego *nanós* que significa anão e foi utilizado como um indicador de medida, tendo em vista que constitui a bilionésima parte de um metro. De acordo com Engelmann (2012), ao dividir um metro por um bilhão de partes iguais chegamos ao nanômetro, que poderá ser representado pela notação científica 10^{-9} metros. Já o termo nanotecnologia representa “uma série de técnicas utilizadas para manipular a matéria na escala de átomos e moléculas que para serem enxergadas requerem microscópios especiais (STM e SPM).” (MARTINS, 2009, p. 296). Tais equipamentos aumentam as imagens milhares de vezes.

Segundo Reynolds (2003, p. 31),

Put simply, nanotechnology is the science and technology of building things from the bottom up — one atom or molecule at a time. In contrast, traditional industrial technologies operate from the top down. Blocks or chunks of raw material are cast, sawed, or machined into precisely-formed products by removing unwanted matter until only the desired configuration remains. Results of such processes may be rather small (e.g., integrated circuits with structures measured in microns) or very large (e.g., ocean liners or jumbo jets). However, in all top-down processes, matter is being processed in chunks far larger than molecular scale.

² Professor da Universidade de Ciência de Tóquio.

A escala nanométrica não é novidade na natureza, a exemplo das cores das asas das borboletas. No entanto, a novidade aqui é fato do ser humano construir estruturas e novos materiais a partir da manipulação de átomos a uma escala tão pequena. E tudo isso passa a fazer parte de processos produtivos nos mais variados segmentos industriais, tais como: farmacêutico, elétrico, eletrônico, automotivo, naval, siderúrgico, têxtil, etc. Com efeito, a nanotecnologia está inserida no setor secundário da economia que vai desde a transformação da matéria-prima até a destinação ao consumidor final.³

Os avanços nanotecnológicos prometem muitos benefícios aos seres humanos e ao meio ambiente. Entre os textos mais otimistas estão “o Relatório das Nações Unidas *Millennium Project, Task Force on Science, Technology and Innovation* e o artigo elaborado pelos pesquisadores do *Canadian Program in Genomics and Global Health (CPGGH)* do *Joint Center for Bioethics* da Universidade de Toronto”. (ENGELMANN, 2010, p. 55).

Nesse ponto, torna-se importante citar algumas vantagens das nanotecnologias: auxiliar em problemas relacionados com a água, a exemplo da utilização de nanomembranas e nanobarros que apontam maior eficiência para tratamentos e filtragem da água em relação às técnicas convencionais, ainda, a construção de produtos nanoestruturados que poderão ajudar na despoluição da água e nos acidentes com derramamento de óleo; atuar no setor agrícola com aumento da produtividade; melhorar o aproveitamento da energia solar; corrigir o fosso digital; proporcionar a fabricação de produtos resistentes (como os nanotubos de carbono); revolucionar a eletrônica com a redução de chips; beneficiar a medicina com sistemas de diagnósticos e tratamentos mais eficazes; dentre outros.

Na realidade, a comunidade científica tem por objetivo buscar fontes sustentáveis e de menores custos com a utilização das nanotecnologias. Com isso, poderá atuar em problemas sociais, como a miséria, mortalidade, doenças, etc. Sob essa ótica, as nanotecnologias contribuirão para a redução do sofrimento humano.

Por outro lado, não há certezas quanto aos efeitos que as nanotecnologias poderão causar no meio ambiente, nos seres humanos e na economia mundial. Por isso, torna-se importante conhecer possíveis riscos apontados por estudiosos do tema: dificuldades na economia diante da propagação de produtos baratos; utilização de nanotecnologia molecular por criminosos ou terroristas; corrida ao armamento e armas biológicas; danos ao meio

³ Atualmente há produtos no mercado que são fabricados por componentes nanométricos. Exemplo: celulares, computadores, cosméticos, medicamentos, fibras de tecidos, material esportivo.

ambiente; utilização das nanotecnologias em mercados ilegais; risco da nanopoluição; risco toxicológico e problemas à saúde humana.

Quanto ao aspecto toxicológico, Engelmann (2010, p. 49) alerta que:

as propriedades e características das coisas produzidas a partir da manipulação em escala nano são diferentes das que existem na escala que não seja nano. Aí um ponto de alerta, pois tais transformações devem ser analisadas, já que existe a possibilidade de apresentarem toxicidade. Portanto, a produção de tecidos na escala nano prometem muitos benefícios. No entanto, é necessário um controle adequado dos resultados das suas interações com os meios biológicos, aspecto onde reside a necessária análise toxicológica.

Segundo Pohlmann e Guterres (2010, p. 3),

Os riscos são distintos em cada etapa produtiva, quando do manuseio, da produção, da incorporação e/ou da degradação do nanomaterial ou do produto contendo nanomaterial (is). O risco principal é a contaminação através da dispersão aérea, seguido pelo contato (pele e mucosas) e por último por ingestão acidental. Há também, riscos de contaminação ambiental (dispersão de materiais particulados) decorrente da degradação dos produtos ou mesmo acidentes (vazamento) de produtos e/ou falha no sistema de gestão e controle ambiental. Em relação aos trabalhadores, potencialmente, os riscos serão decorrentes, principalmente da exposição a nanopartículas, que apresentem grande capacidade de penetração em vários órgãos do corpo.⁴

As nanotecnologias ingressam no conceito de inovação⁵ e a tendência é de que estarão cada vez mais presentes na vida humana. No entanto, torna-se difícil mensurar a aplicação dessa tecnologia no presente e no futuro, motivo pelo qual as consequências passam a lidar com o risco de danos. Evidentemente, tais riscos passam a ter um caráter global.

Para Engelmann (2012, p. 337),

As nanotecnologias estão na pauta de discussão de muitos países, preocupados em consolidar a sua instalação de forma segura, apesar dos riscos que já são conhecidos. No Brasil, entretanto, em comparação com uma gama de países, parece que estes aspectos ainda não ganharam o nível de importância recebido no plano internacional. Por conta disto, as organizações empresariais brasileiras deverão ficar atentas às discussões e regulamentações estrangeiras, pois elas gerarão impacto nacional, especialmente por meio dos efeitos da globalização e da abertura dos mercados ao comércio internacional. O cenário mundial aponta que está ocorrendo o desenvolvimento do risco.

Assim, as nanotecnologias “desafiam o conhecimento científico a trabalhar com duas frentes: a criação do novo e a gestão do risco” (ENGELMANN, 2011, p. 305), motivo pelo qual impõe-se a necessidade de monitoramento dos efeitos e da criação de mecanismos que possam prevenir impactos negativos sobre o homem e o meio ambiente. Isso significa dizer

⁴ Relatório GT Marco Regulatório. Fórum de Competitividade em Nanotecnologia.

⁵ Segundo Bora, o conceito de inovação abrange “três formas de conhecimento: conhecimento de invenção (que possibilita uma produção intelectual ou material), conhecimento emergente (que é gerado com a produção) e conhecimento de inovação ou significação (que produz a significação da produção como inovação).” (BORA, 2012, p. 130)

que há todo um planejamento “nanotecnológico” a ser construído, com vistas à eticidade, ao valor humano e à busca pela produção sustentável.

Para Reynolds (2003, p. 209),

As nanotechnology continues to develop, it is likely that the debate over regulation will also evolve. Experience with biotechnology indicates that early concerns about safety are likely to be overblown and that an effective regulatory regime can be based on consensus and self-regulation. Though there are likely to be some calls for a complete ban on nanotechnology, such a strategy will not succeed. Its unworkability means that such calls will probably come from antitechnology groups who command little political support. Similarly, efforts to limit nanotechnology to military applications alone are likely to face serious social, technical and political hurdles, as knowledge diffuses and as the public seeks access to potentially life-saving technologies. However, there will also be more responsible calls for regulation. The conscientious commentators' concerns can be met through a regulatory approach that will not stifle the development of nanotechnology. Let us hope that the political system will approach these questions with wisdom, rather than arrogance.

Verifica-se que as questões sociais que envolvem as nanotecnologias não são tão óbvias, pois de um lado há a promessa de benefícios e acessibilidade, por outro lado, há o receio da incerteza e do risco. Com efeito, a implantação das tecnologias em nano escala parte de um processo de decisões que se tornam nebulosos diante dos riscos futuros.

Martins (2009, p. 306) lista importantes observações para a implementação das nanotecnologias, quais sejam:

Na implementação das inovações incrementais da nanotecnologia deveremos observar as seguintes características: a) O tempo e ambiente em que ocorrem é de suma importância e são definidos politicamente; b) Afetam tanto a indústria como a grande política; c) Diferenças entre descontinuidades prévias (inovação incremental decorrentes de outras tecnologias) e as decorrentes da nanotecnologia são apenas de níveis; d) As transformações nas indústrias serão sempre forçadas e de risco, porém, já observadas em outras ocasiões; e) As políticas serão destinadas a produtos particulares e não a nanotecnologia em si; f) Estudos e propostas de políticas serão elaboradas caso a caso; g) Os efeitos serão semelhantes ao semicondutores, polímeros sintéticos, telecomunicação sem fio, etc.

No que toca a implementação das inovações revolucionárias advindas da nanotecnologia devemos observar as seguintes características: a) Irão confrontar a sociedade com questões políticas profundas, sem precedente, ao permitir que humanos manipulem o mundo em dimensão nunca vista; b) As nanomáquinas abrem uma nova fronteira em que não há regulação para se tornar segura e produtiva essa atividade; c) Apresentam qualidade e propriedade distintas, que irão gerar novas questões de responsabilidade e controle que estão ligadas a três itens: invisibilidade, locomoção e auto-replicação; d) Se faz necessário repensar as bases legais e as estruturas normativas da sociedade. Três aspectos são importantes: monitoramento, propriedade e controle.

Assim, o grande desafio dessa nova tecnologia é a gestão dos riscos que são baseados em dados ainda limitados e conseqüentemente incertos. Para tanto, torna-se necessário a união de diferentes áreas do conhecimento, motivo pelo qual o planejamento das nanotecnologias é

transdisciplinar, ou seja, “várias áreas do conhecimento trabalhando ao mesmo tempo a partir das provocações trazidas pelas nanotecnologias”. (ENGELMANN, 2011, p. 320).

Certamente, os aspectos científicos e da pesquisa são essenciais, pois desvelam o conhecimento técnico para avaliação dos riscos e dos impactos ao meio ambiente e à saúde humana, mas a gestão dos riscos exigirá a atuação de políticas públicas, do engajamento das partes envolvidas, da liderança governamental e de instrumentos reguladores. Esse último engloba desde o regulamento de boas práticas a instrumentos de responsabilização. (LINKOV, 2009).

Nesse contexto, torna-se possível afirmar que o Direito passa a ter um papel essencial no combate ao risco de danos nanotecnológicos, uma vez que o planejamento jurídico pode contribuir para a produção sustentável dessa tecnologia. Isso significa contribuir para o desenvolvimento sustentável, aqui entendido como “a política que busca estabelecer um ponto *optimum* de equilíbrio entre o crescimento econômico e a compatibilização com a proteção dos recursos naturais e o ambiente sadio, considerada obviamente a presença do Homem” (CARVALHO, 2003, p. 71).

No entanto, a dogmática jurídica está pautada na certeza e previsibilidade da modernidade, o que não comporta as exigências da chamada sociedade de risco, que retrata um contexto de contingência e riscos. Para esclarecer, a conjuntura social dos riscos teve como aporte as contribuições de Ulrich Beck através da perspectiva da “sociedade de risco” e de Niklas Luhmann em sua concepção de “sociologia do risco”, em que ambos desvelam os aspectos dos riscos contemporâneos.

Para Beck, a ideia de risco sempre existiu, pois é inerente à existência humana. No entanto, com a modernidade avançada o homem encontra-se numa situação em que o aumento das riquezas e o desenvolvimento tecnológico impulsionam a transformação dos riscos. Trata-se de riscos inerentes à modernização, que se diferenciam sob o enfoque da globalização e da invisibilidade dos riscos.

Segundo o autor, os antigos perigos atacavam pelo nariz e pelos olhos, pois eram perceptíveis mediante os sentidos. Já os riscos da atualidade são invisíveis porque ficam embaçados numa esteira de fórmulas químico-físicas. Isso significa dizer que são imperceptíveis⁶ num tempo imediato, pois no futuro podem ou não gerar danos ao homem ou

⁶ Beck aponta as contaminações nucleares ou químicas, as substâncias nocivas nos alimentos, e enfermidades civilizatórias como exemplos de riscos imperceptíveis. Para ele, esses exemplos demonstram duas características dos riscos da modernização: o primeiro que é o impacto global; o segundo, demonstra o quão incalculável e imprevisível é o caminho dos efeitos nocivos.

ao meio ambiente. (BECK, 2002). Nesse contexto, as nanotecnologias integram os riscos da atualidade.

Com efeito, o conceito de risco assume novos contornos projetados em ameaças para o futuro. Dessa forma, “o passado perde a força de determinação para o presente”. Com isso, a sociedade de risco passa a ser uma sociedade insegura e, conseqüentemente, uma sociedade catastrófica.

Na perspectiva de relação entre risco e futuro, Niklas Luhmann apresenta a tese de que a sociedade hodierna representa o futuro como risco através de um difundir teórico entre diferenciações e irredutibilidades, que possibilitam coordenar as semânticas temporais com as estruturas sociais. Nessa senda, todos esses receios ou riscos de danos decorrentes das nanotecnologias refletem no Direito, que passa por um papel de observação e construção do futuro com base em dados do presente.

Com efeito, essa construção se dá através do processo de tomada de decisão, que leva em conta os riscos daquilo que se decide no presente e que podem acarretar, num futuro próximo e também num futuro longínquo, conseqüências danosas. E é exatamente nesse aspecto que a responsabilidade pelas nanotecnologias deve ser estruturada.

3. A temporalidade complexa

A ideia de tempo⁷ é tida como um dos principais alicerces da construção social. Logo, o tempo e o Direito estão ligados entre si e direcionados à sociedade. Segundo Ost (1999, p. 15) essa relação é um elo poderoso, pois “o direito afecta diretamente a temporalização do tempo, ao passo que, em compensação, o tempo determina a força instituinte do direito”. Nesse aspecto, Rocha e Duarte (2012, p. 18) explicam que “o Direito é uma instituição imaginária na qual o tempo constrói e é construído, institui e é instituído”.

Diante dessa perspectiva, ao tratar das nanotecnologias como processos de inovação, atribui-se uma visão de tempo diferente daquela que estava associado, uma vez que a própria definição de inovação conjuga para uma temporalidade complexa. Diante disso, a regulação das nanotecnologias passa por uma estrutura temporal dimensionada aos fatores cronológicos do conhecimento humano. E é exatamente nesse ponto que há a necessidade de sincronizar o Direito com o tempo e o conhecimento gerado.

⁷ Cabe explicar que o conceito de tempo possui diferenciações nas mais diversas áreas do conhecimento. Desse modo, torna-se importante esclarecer que o trabalho não pretende abordar definições temporais da filosofia, da psicologia, da religião ou da biologia, tendo em vista que parte da ideia da temporalidade como construção social.

Segundo Bora (2012), a regulação de processos de inovação atravessa formas diferentes de conhecimento. Num primeiro momento, enfrenta o conhecimento de prognose, ou seja, a conjectura sobre as inovações esperadas no futuro; em segundo, trabalha os conhecimentos relacionados aos riscos inerentes aos processos de tomada de decisões; por último, pauta o conhecimento sobre técnicas de regulação, que aborda mecanismos relacionados ao risco futuro.

Verifica-se que todas essas formas possuem o futuro como um horizonte em comum. Desse modo, o próprio tempo dimensionado ao futuro torna-se incerto. Consequentemente, essa incerteza temporal afeta as estruturas do Direito e vice-versa, tornando-se necessário realizar uma observação sistêmica para a melhor compreensão dessa relação.

Nesse aspecto, Rocha e Duarte (2012, p. 21) explicam que

a matriz sistêmica aceita a ideia de um Tempo construído dentro da Complexidade e do Caos. A teoria dos sistemas é uma teoria originariamente ligada aos processos de tomada de decisões, e estes estão vinculados à noção de Tempo. Decidir é fazer, é participar do processo de produção do futuro e, por isso, decidir é produzir Tempo.

Na perspectiva sistêmica, o tempo “é a observação da realidade a partir da diferença entre passado e futuro”. (ROCHA; DUARTE, 2012, p. 15). No entanto, a observação só terá êxito se o observador se apegar nas diferenciações. De acordo com Luhmann (1992), o observador pode reconhecer repetições, distinguir o antes e o depois, mas somente pode fazê-lo com a ajuda das diferenciações que o observador utilizar.

Não obstante, a profundidade do tempo está no limite entre o passado e o futuro. Para Bora (2012, p. 133) “o futuro constitui para todos os sistemas sociais, o horizonte das operações presentes. Este horizonte é construído nas expectativas, as quais orientam, na perspectiva temporal, as operações presentes.”

Para a observação do horizonte, há a necessidade da utilização de mecanismos sofisticados, como Luhmann refere a “binóculos”, ou seja, o modo de operar o presente permitirá ao observador avançar a linha de visão do horizonte futuro, mas nunca conseguirá chegar ao infinito. Cabe ressaltar que não se trata de uma fórmula única e exata, pois diferentes sistemas sociais podem apresentar horizontes temporais distintos.

Nesse viés, as diferenciações temporais dar-se-ão através da memória, pois o “antes e o depois se separam do acontecimento e finalmente os sistemas altamente complexos adquirem a possibilidade de ver o futuro no espelho do passado e de orientar-se pela diferença entre passado e futuro”. (LUHMANN, 1992, p. 80). Tal diferenciação temporal (passado-futuro) enquadra-se na estrutura social atual, o que significa dizer que a sociedade complexa

acaba apresentando o futuro como risco.

Com efeito, o presente também encontra papel na relação temporal, pois deve ser visto como a referência do observador para observar as diferenciações entre passado e futuro. Denota-se que o presente age somente como ponto de partida sem fazer parte da diferenciação, motivo pelo qual é tido como um ponto cego ou como o “inobservável da observação”. (LUHMANN, 1992, p. 81)

Para Luhmann (1992, p. 84) o presente age da seguinte maneira:

La globalidad del tiempo aparece distinta en cada presente, a saber, con una distribución específica del presente entre los pasados y los futuros (tiempos sin posibilidades y tiempos ricos en posibilidades) . Em cada pasado presente se ve entonces el presente pasado con sus pasados y futuros específicos. Desde la misma perspectiva, los presentes futuros, también el ahora presente presente, se ven como un pasado que ya no se puede cambiar. Así, desde el presente se puede mirar hacia adelante del futuro y desde el futuro mirar hacia atrás del ahora presente que entonces habrá pasado: y desde ahora se puede saber que el presente recordado no se asemejará al ahora presente actual.”⁸

Verifica-se que o presente permite a observação do futuro e, num futuro imediato, pode-se observar o presente, e a partir daí o presente já se torna passado. Com efeito, o presente realiza a conexão entre o passado e o futuro,⁹ e a avaliação dos riscos dependerá do comportamento do presente para prognosticar o risco no futuro.

Na relação com o presente, é demonstrada a insegurança futura, pois sobre o futuro a atenção é prestada a partir de um presente distinto, cuja situação do risco atual será julgada de maneira distinta, e o futuro ficará inseguro. (LUHMANN, 1992). Denota-se que o futuro é incerto e inseguro; por tal motivo, é importante a forma como o presente manuseia sua relação com o futuro, tendo em vista que isso se refletirá na comunicação social.

Assim, o presente passa ser um presente atual e um presente futuro, pois o futuro se destina pelo comunicar do presente. Com efeito, o futuro é abundante de complexidade e contingências, motivo pelo qual o tempo ganha novos contornos na atualidade.

De acordo com Luhmann (1983, p. 45),

com complexidade queremos dizer que sempre existem mais possibilidades do que se pode realizar. Por contingência entendemos o fato de que as possibilidades apontadas para as demais experiências poderiam ser diferentes das esperadas; ou seja, que essa indicação pode ser enganosa por referir-se a algo inexistente, intangível, ou a algo que após tomadas as medidas necessárias para a experiência concreta (por exemplo, indo-se ao ponto determinado), não mais lá está. Em termos práticos, complexidade significa seleção forçada, e contingência significa perigo de desapontamento e necessidade de assumir-se riscos.

⁸ Na década de 1970, Luhmann já abordava a dificuldade quanto aos ditames do futuro, Nessa época, referiu-se á “desfuturização” com a distinção entre presentes futuros (orientações tecnológicas) e futuros presentes (esquemas utópicos).

⁹ Para Luhmann (1992, p. 86) , o presente pode refletir-se nos horizontes temporais do passado e do futuro.

Para Rocha (2013, p. 37), o risco está na contingência porque “uma decisão sempre implica na possibilidade de que as suas consequências ocorram de maneira diferente.”. Segundo ele, “cada vez que uma decisão é tomada em relação ao futuro (e sabemos que não é fácil tomá-la em razão da grande complexidade), temos que pensar na contingência (como sendo a possibilidade de que os fatos não ocorram da maneira como estamos antevendo).” Isso evidencia que a produção do futuro dependerá de mecanismos efetivos de tomada de decisões.

Assim, percebe-se que as complexidades e as contingências atuais da sociedade geram maior grau de dificuldade na solução de conflitos pelo sistema. Dessa forma, a sociedade necessita buscar mecanismos para reduzir a complexidade, e a concepção de risco passa a ser essencial à evolução social, tendo em vista que parte da ideia de que tudo que pertence à sociedade está predisposto ao risco.¹⁰

Já na percepção de Ost (1999), o risco passou por três formas no decorrer dos tempos: a primeira assumiu o formato de acidente; na segunda, adota a prevenção como elemento de redução de possibilidades de danos; já a terceira e última converge para o risco enorme. Para ele,

o risco enorme (catastrófico), irreversível, pouco ou nada previsível, que frustra as nossas capacidades de prevenção e de domínio, trazendo desta vez a incerteza ao quadrado que afecta de forma reflexa a nossa própria acção, que caracteriza a nova era do risco, submetendo a nossa apreensão do futuro a um desafio sem precedentes. (OST, 1999, p. 345).

Em vista disso, os danos que as sociedades experimentam não devem ser observados sob a ótica da fatalidade, do destino ou da religião, pois os acontecimentos sociais são incertos em relação ao futuro e dependem de decisões de risco. Tais decisões determinarão os acontecimentos futuros, que podem resultar ou não em danos.

O risco é uma forma de apresentar descrições do futuro do ponto de vista de um observador que pode decidir, tanto em resposta ao risco como por outra alternativa. (LUHMANN, 1998). Dessa forma, o risco se relaciona com a tomada de decisões no tempo presente, ou seja, o presente proporciona dados atuais que possibilitam predizer um futuro que ainda não existe. Frise-se que não significa prever ou desvendar o futuro como um vidente, mas sim verificar possibilidades que, pela lógica do risco, podem se apresentar no futuro.

Segundo Luhmann (2010, p. 221),

¹⁰ O risco é uma constante nos sistemas e para Luhmann (1992, p. 57): “renunciar a riesgos significaria – em particular, bajo las condiciones actuales – renunciar a la racionalidad”.

As decisões invertem o processo do modelo de tempo. Como resultado de uma cadeia de eventos passados, o presente é o que é. Tem de ser aceito, já que não podemos retroceder o passado. O futuro, por outro lado, é aberto, incerto e imprevisível, já que não é simplesmente um prolongamento do passado. As decisões, no entanto, revertem esse modelo: buscam encontrar alternativas no presente – como se o passado não tivesse produzido apenas estados, mas também contingências e, portanto, possibilidades de escolhas. Além disso, as decisões buscam dar estrutura ao futuro.

Para Rocha (2013, p. 34), “na sociedade complexa o risco torna-se um elemento decisivo: é um evento generalizado da comunicação, sendo uma reflexão sobre as possibilidades de decisão”. Na mesma linha, Schwartz (2004, p. 43) aduz:

O risco, dentro da teoria dos sistemas sociais, deve ser compreendido como elemento que irrita o sistema social e seus subsistemas. Tal ocorrência faz com que os mesmos reajam a fim de estabilizarem estruturas de expectativas e, em consequência, fornecem variantes mais cristalinas para as decisões.

Com efeito, a decisão tomada pode tentar antever os acontecimentos futuros. Entretanto, não garante a previsão segura de todas as situações, pois o prognóstico realizado hoje pode não se configurar no futuro. Neste ponto, denota-se o papel do Direito na concepção do risco, pois aquele tende a buscar formas de prevenção de acontecimentos futuros com base em experiências passadas através de decisões presentes.¹¹

Acerca das decisões, Schwartz (2004, p. 149) explica que

o processo de decisão é um processo complexo. Se uma decisão é feita com base em alternativas várias (complexidade), tem-se que haverá contingência e o risco de a decisão tomada não ser a correta. Essa contingência é aliviada pela necessária seletividade (decisão), o que não significa certeza.

Para lidar com as incertezas, a fórmula luhmaniana opõe o conceito de risco à ideia de perigo. Tal distinção torna-se fundamental na concepção do risco, tendo em vista que nas Ciências Sociais não comporta uma relação de risco ligada à ideia de insegurança, posto que é impossível alcançar algum meio seguro. Dessa forma, o ponto de partida da observação seria vago e inconsistente para a realidade social.

Luhmann (1992, p. 67) é enfático:

Esta distinción supone (y así se diferencia precisamente de otras distinciones) que hay una inseguridad en relación a daños futuros. Se presentan entonces dos posibilidades. Puede considerarse que el posible daño es una consecuencia de la decisión, y entonces hablamos de riesgo y, más precisamente, del riesgo de la

¹¹ Segundo Luhmann (1992, p. 67): “la atribución a la decisión debe satisfacer condiciones específicas; entre otras, la de que las alternativas se distinguen reconociblemente en relación a la posibilidad de los daños. En el caso del riesgo, la atribución las decisiones conduce a una serie de distinciones consecuentes, a una serie de bifurcaciones (a un árbol de decisión), cada una de las cuales ofrece, a su vez, posibilidades de decisiones riesgosas”.

decisión. O bien se juzga que el posible daño es provocado externamente, es decir, se le atribuye al medio ambiente; y en este caso, hablamos de peligro.

Nesse contexto, o risco torna-se depende de decisão, ou seja, o processo de decidir se transforma em risco. Já o perigo não envolve um processo de decisão, pois está ligado a fatores externos à vontade, a fatores que estão fora do seu controle. Dessa forma, conclui-se que quem toma uma decisão corre riscos, e quem sofre a decisão corre perigo.

Schwartz (2004, p. 41) adverte que

a percepção do risco é parte essencial para a compreensão do risco em si. Toda decisão, tem, ínsita, a possibilidade de um dano, seja ele futuro, presente ou retroativo. O dano está ligado ao risco. Porém, este dano é contingente. É dizer: contingente. E, mais, para que haja a percepção do risco, é necessário que sejam fornecidos ao observador de segunda ordem aspectos de distinção baseados em possibilidades equivalentes funcionais que lhe permitam verificar o limite entre ambas as possibilidades.

Verifica-se que o tempo e o risco estão ligados dentro da estrutura social e muitas vezes são imperceptíveis. Assim, a construção social do risco instiga a atuação do Direito sobre processos de tomada de decisões. E é exatamente nesse aspecto que as nanotecnologias podem ser observadas, ou seja, não há certezas de danos, mas as consequências póstumas devem ser avaliadas através de um espectro voltado ao acompanhamento, investigação e gestão dos riscos, objetivando antever e prevenir a concretização de danos ao ser humano e ao meio ambiente.

Trata-se de uma gestão de riscos ou um planejamento estratégico em que todo o aporte concentra-se no processo de tomada de decisão. Essa gestão pode ser operacionalizada pelo Direito. Simioni (2006, p. 201) explica que:

O planejamento estratégico e seu contemporâneo melhoramento teórico – a gestão estratégica – que é ferramenta básica para a gestão administrativa de qualquer empresa ou entidade, também pode ser aplicado em qualquer setor do complexo comunicativo da sociedade que opera através de decisões, o que comprova sua generalização simbólica. O planejamento só tem sentido, portanto, em um contexto de decisões. Isso significa que não há planejamento fora das decisões e, portanto, que o próprio planejamento é uma decisão entre planejar e não planejar.

Nessa perspectiva, a presença da tomada de decisão deve levar em conta as incertezas e os riscos das nanotecnologias, pois todo ato de decisão no presente implica reflexos futuros, que podem atingir as presentes e futuras gerações, criando-se assim um elo de direitos e obrigações jurídicas de caráter intergeracional. Assim, o Direito passa a ter um papel de construção de mecanismos voltados às consequências futuras, desenvolvendo-se sobre um pano de fundo de complexidade gerada pelos riscos.

Com efeito, torna-se possível rediscutir a democracia, pois as nanotecnologias devem ser observadas sob a noção de poder e de construção social. Nesse aspecto, o poder “difunde-se pelo social, obrigando os governantes a justificarem as suas decisões, sob pena de tornarem-se ilegítimos”. (ROCHA, 2003, p. 179).

Rocha (2003, p. 179) explica que

A democracia produz uma nova forma social onde as identificações dos indivíduos, suas concepções de justiça e injustiça, mal ou bem, verdade ou falsidade, baseiam-se no princípio da legitimação do conflito e, conseqüentemente, da invenção de suas próprias regras.

No entanto, o que ora se pretende demonstrar é que uma norma jurídica oferece possibilidade de controle temporal, em que a manifestação do Judiciário, mediante intervenção pública, auxilia a minimização dos riscos futuros, no momento em que assume um papel no gerenciamento dos riscos voltados ao desenvolvimento sustentável. Nessa ótica, o Direito passa a apresentar a responsabilidade jurídica como uma reação a essa temporalidade complexa.

4. A responsabilidade civil prospectiva

Diante da noção de tempo, denota-se que o homem possui condições de realizar ações (tomada de decisão) no presente como forma de construção do futuro. Porém, nos casos que envolvem incertezas científicas, prever as conseqüências torna-se um desafio muitas vezes impossível. Diante disso, naturalmente, recomenda-se o agir com cautela, o que Jones utiliza como princípio da responsabilidade. Para ele,

quando, pois, a natureza nova do nosso agir exige uma nova ética de responsabilidade de longo alcance, proporcional à amplitude do nosso poder, ela então também exige, em nome daquela responsabilidade, uma nova espécie de humildade – uma humildade não como a do passado, em decorrência da pequenez, mas em decorrência da excessiva grandeza do nosso poder, pois há um excesso do nosso poder de fazer sobre o nosso poder de prever e sobre o nosso poder de conceder valor e julgar. Em vista do potencial quase escatológico dos nossos processos técnicos, o próprio desconhecimento das conseqüências últimas é motivo para uma contenção responsável – a melhor alternativa, à falta da própria sabedoria. (JONAS, 2006, p. 64).

Tem-se que a temporalidade complexa pode ser contraposta por inúmeros mecanismos. No entanto, a figura da responsabilidade, tanto moral quanto jurídica, torna-se essencial para o enfrentamento das dificuldades impostas pela implantação das novas tecnologias e das nanotecnologias.

Não obstante a isso, cabe informar que o presente trabalho não pretende abordar as raízes morais e éticas do instituto da responsabilidade. Entretanto, torna-se importante

mencionar que são conceitos indissociáveis, ou seja, são diferentes conceitualmente e unidos pela essencialidade e profundidade do dever da responsabilidade.

Nessa premissa, Jones propõe a responsabilidade como um princípio ético no enfrentamento do progresso tecnológico. Para ele:

A marca distintiva do ser humano, de ser o único capaz de ter responsabilidade, significa igualmente que ele deve tê-la pelos seus semelhantes, eles próprios, potenciais sujeitos de responsabilidade, e que realmente ele sempre a tem, de um jeito ou de outro: a faculdade para tal é a condição suficiente para a sua efetividade. Ser responsável efetivamente por alguém ou por qualquer coisa em certas circunstâncias (mesmo que não assuma e nem reconheça tal responsabilidade) é tão inseparável da existência do homem quanto o fato de que ele seja genericamente capaz de responsabilidade da mesma maneira que lhe é inalienável a sua natureza falante, característica fundamental para a sua definição, caso deseje empreender essa duvidosa tarefa. (JONAS, 2006, p. 175 e 176).

Quanto à responsabilidade jurídica, o Direito pátrio conta com a instituição da tríplice responsabilidade, ou seja, o causador de um dano pode sofrer sanção penal, administrativa e civil. Todas essas áreas terão um desafio ao tratar das nanotecnologias, mas o foco da presente pesquisa é a relação civil, ou melhor, a responsabilidade civil.

Referido instituto pode ser um poderoso instrumento na regulação das nanotecnologias e das inovações científicos-tecnológicas em geral. Entretanto, há uma barreira estrutural porque sua construção ergue-se sobre bases individualistas, enclausurada na exigência de danos concretos e efetivas comprovações de relações causais sobre fatos já ocorridos.

Tem-se que a ideia de responsabilidade estabelece um vínculo entre “um comportamento e os seus efeitos. Tradicionalmente, no pensamento ético e na sua institucionalização jurídica este vínculo foi configurado no horizonte do passado”. (OST, 1995, p. 308). Assim, a responsabilidade jurídica que visa a imputabilidade de um agente “é estabelecida no termo de um processo que identifica o autor de uma ação passada, que é então intimado a prestar contas dela e a pagar o preço correspondente”. (OST, 1995, p. 309). Nessa linha, a construção da responsabilidade civil se ajusta a um elemento retrospectivo, tendo em vista que depende da certeza e da atualidade do dano.¹²

Com efeito, o desígnio é imputar ao causador a reparação ou compensação de um dano injusto, ou seja, aquele que lesionar interesses jurídicos tutelados terá a obrigação de

¹² A doutrina brasileira prevê o dano como elemento essencial para a configuração do dever de reparar, por tal motivo, o dano deve ser certo e atual, refutando-se a ideia de indenizar danos hipotéticos.

recompor ou reparar o prejuízo causado. Trata-se dos direitos dos danos, que engloba lesões quanto ao patrimônio ou quanto à moral da vítima.¹³

Contudo, a característica de danos gerados pela manipulação de átomos e moléculas em escala nano é complexa, pois se revelam em danos incertos projetados no futuro, em danos causados por múltiplas fontes, em danos difusos, em danos imperceptíveis. Enfim, em danos que não mais comportam a individualização da responsabilidade civil. Com efeito, esse instituto assume novos horizontes diante da mudança comportamental dos sistemas sociais na perspectiva do risco.

A ideia de imputação é rompida pela noção de risco que traz insuficiências estruturais, tais como: identificação do autor do dano, dimensão temporal do dano, problemas causais, individualização da indenização ou reparação, etc. O risco altera a eficiência da responsabilidade-imputabilidade porque passa a se preocupar com o futuro e a busca de condutas (culposas ou não) de ações passadas não alcança a efetividade almejada pelo atual contexto sócio-jurídico.

Nas palavras de Barreto (2008, p. 1011),

As bases da teoria clássica da responsabilidade jurídica mostram-se claramente insuficientes para responder aos problemas dessa sociedade multicultural, pluralista, democrática e que tem como espinha dorsal, a aliança da ciência com a técnica, que se reflete em todos os aspectos da vida social. O desafio para a reflexão jurídica da atualidade, consiste, assim, em elaborar uma nova teoria da responsabilidade, que se volte para a realidade social objetiva e estabeleça a sua legitimação moral e jurídica.

A responsabilidade civil tradicional muda seus contornos diante da necessidade de observação e construção direcionadas para o futuro, cuja incerteza passa a integrar o processo de tomada de decisão, levando-se em conta os riscos daquilo que se decide no presente e que podem acarretar, num futuro próximo e também num futuro longínquo, consequências funestas. E é exatamente essa problemática que afeta a estrutura individualista da responsabilidade civil quando enfrentada numa sociologia envolta do risco.

Segundo Ost (1995, p. 309), “o debate desloca-se: da falta subjetiva, de que se estabelece a imputabilidade, passa-se ao risco criado num horizonte futuro indeterminado e a respeito de uma categoria abstrata de pessoas”.

Na lição de Luhmann (1992, p. 107),

¹³ Segundo Cavalieri Filho (2008, p.2), “a responsabilidade civil é um dever jurídico sucessivo que surge para recompôr o dano decorrente da violação de um dever jurídico originário”. O dever jurídico primário ou originário se constitui no dever social que decorre de normas de conduta ou de pactos negociais. Nessa senda, a responsabilidade civil decorre tanto de uma violação contratual (responsabilidade contratual) como do descumprimento de um dever legal (responsabilidade extracontratual).

El problema aquí es que se permita una acción que sea jurídica, pero que en caso de un perjuicio obligue no obstante a la indemnización. La razón jurídica es, por supuesto, que en caso contrario, en las condiciones modernas, habría que prohibir más y más acciones, es decir, convertirlas en ilícitas, incluso cuando en el proceso típico no se espere ningún daño. Se trata, con otras palabras, de dejar el cálculo del riesgo al criterio de un posible causante de daño, pero también de abandonarlo. Pero con ello se toca al código claramente determinado de lícito/ilícito, limitándose su valor orientacional. Si en la dogmática antigua valían severas reglas como casum sentit dominus, o qui suo iure utitur neminem laedit, ahora se trata de la colisión de intereses legales, que no puede ser regulada mediante un agregado general a lo lícito/ilícito, sino que depende de la casualidad de que suceda o no un daño. Y si antes los problemas especiales de la colisión de intereses legales y de problemas de indemnización eran casos excepcionales, la introducción de la problemática del riesgo al derecho otorga a estos casos límite de antes un significado mucho más generaliza que en el caso de una orientación por las consecuencias, también "j aquí se tiene la impresión de que el derecho se ve rebasado por la representación jurídica del futuro que va en búsqueda de formas que a pesar de ello sean más o menos juzgables.

Tem-se que os juristas conhecem os procedimentos de responsabilidade solidária; os mecanismos de responsabilidade objetiva¹⁴ para aqueles que contribuem para o risco e retiram vantagens desta ação; teorias de presunções de causalidade; contributos processuais, a exemplo da inversão do ônus da prova. Todavia, a novidade é a extensão dessas responsabilidades num contexto de temporalidade complexa.

Com isso, a responsabilidade civil passa por um enfrentamento complexo e contingente diante das novas tecnologias e conseqüentemente das nanotecnologias, invertendo-se a projeção da responsabilidade para o futuro com base nas decisões do presente. Diante disso, a responsabilidade torna-se prospectiva.¹⁵

Segundo Bora (2012, p. 131),

O conceito de responsabilidade prospectiva compreende também a forma de conexão temporal específica (normativa) típica da responsabilidade: a marcação do futuro no horizonte das operações presentes. Com o conceito prospectivo de responsabilidade, os futuros não são apenas esperáveis e atribuíveis de forma causal, mas também passíveis de desengano na forma de obrigações e decisões.

Um exemplo é a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente de 1972 que abordou o tema da responsabilidade quanto às futuras gerações. Anos depois, a Constituição da República Federativa do Brasil de 1988 estabeleceu no artigo 225¹⁶ uma

¹⁴ O Direito Pátrio adota o modelo dualista de responsabilidade civil: de um lado, a regra tradicional da responsabilidade civil subjetiva, fundada no elemento culpa do agente causador do dano, e, de outro, a responsabilidade civil objetiva, erigida no risco da atividade com a conseqüente dispensabilidade da culpa do agente.

¹⁵ Barreto (2008, p. 1013) lembra que Ricoeur propõe uma orientação prospectiva para a responsabilidade, “em que “a ideia da prevenção de danos futuros se agregará à reparação de danos provocados.”

¹⁶ Art. 225. Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações. [...] § 3º - As condutas e atividades consideradas lesivas ao

obrigação e uma responsabilidade com o futuro. Entretanto, a ótica da responsabilidade civil permaneceu nas condutas passadas com a velha triangulação de danos, condutas e relações causais.

Em relação ao meio ambiente, Ost (1995, p. 351) aduz:

Falta, pois, imaginar um estatuto jurídico do meio, que esteja à altura do paradigma ecológico marcado pelas idéias de globalidade e de complexidade; um regime jurídico pertinente face ao caráter dialético da relação homem-natureza, que não reduza, portanto, o movimento ao domínio unilateral de um sobre o outro.

Um estatuto do meio, que confira uma forma jurídica ao conceito econômico de desenvolvimento sustentável, isto, é, que canalize os modelos de produção e de consumo para vias que preservem as capacidades de regeneração dos recursos naturais, e, de forma mais geral, os ciclos, processos e equilíbrios, locais e globais, que asseguram a reprodução do ser vivo.

Um regime jurídico que finalmente, traduza a preocupação ética de assumir a nossa responsabilidade a respeito das gerações futuras, impondo nomeadamente uma moderação, tanto nas subtrações como nas rejeições, a fim de garantir a igualdade das gerações no acesso a recursos naturais de qualidade equiparável.

Essa mesma preocupação pode ser manifestada nas novas tecnologias, pois o Direito necessita evoluir para o contexto prospectivo. Denota-se que a responsabilidade civil possui um papel relevante na proteção ambiental e dos seres humanos (das presentes e futuras gerações) e passa a ser condição de possibilidade do desenvolvimento sustentável. No entanto, torna-se necessária a construção de uma Teoria da Responsabilidade Civil voltada para o futuro.

Carvalho (2008, p. 24) ressalta:

O direito passa por enormes dificuldades em responder aos problemas referentes aos “novos direitos”, por deter uma estrutura baseada no individualismo, conflituosidade, na programação condicional (voltada para o passado), em um antropocentrismo restritivo, quando, na verdade, o direito ambiental requer uma teoria do direito, epistemologicamente, fundada no transindividualismo, na solidariedade intergeracional, na transdisciplinaridade, em um alargamento do antropocentrismo e, acima de tudo, na necessidade de controle e programação do futuro (programação finalística).

Como reflexo da temporalidade complexa, um dos papéis a serem assumidos pela responsabilidade civil é instrumentalizar a prevenção e precaução de danos¹⁷, pois “o direito passa a ter de decidir em situações que levem em consideração o futuro, apresentando

meio ambiente sujeitarão os infratores, pessoas físicas ou jurídicas, a sanções penais e administrativas, independentemente da obrigação de reparar os danos causados.

¹⁷ Vale dizer que a prevenção e a precaução foram inseridas no Direito Ambiental em forma de princípios, sendo a fonte internacional do princípio da precaução o Princípio 15 da Declaração do Rio de 1992, que estabelece: “*Princípio 15.* De modo a proteger o meio ambiente, o princípio da precaução deve ser amplamente observado pelos Estados, de acordo com as suas capacidades. Quando houver ameaça de danos sérios ou irreversíveis, a ausência de absoluta certeza científica não deve ser utilizada como razão para postergar medidas eficazes e economicamente viáveis para prevenir a degradação ambiental.” O princípio da prevenção está ligado à disposição constitucional: tanto no dever de preservar do *caput* do artigo 225 da Constituição Federal de 1988; quanto na previsão do Estudo de Impacto Ambiental do inciso IV do mesmo dispositivo legal.

decisões jurídicas que tenham condições de criar obrigações antes da ocorrência de danos, por meio da atribuição de ilicitude aos riscos intoleráveis”. (CARVALHO, 2008, p. 2).

Ao tratar das nanotecnologias, as informações sobre a possibilidade de se concretizar um dano no futuro são incertas e insuficientes. Entretanto, há a necessidade da tomada de decisão como medida de gerenciamento de riscos, sempre voltada para uma atuação precaucional. Trata-se de uma imputação antecipada de um dever com o futuro.

Nessa diretriz, a precaução dos riscos abstratos impõe a utilização de medidas de tutela judicial sem que haja uma certeza científica, alterando o enfoque de certeza e previsibilidade tradicionais do Direito para juízos de probabilidades, em que os profissionais envolvidos com as novas tecnologias e com as nanotecnologias passam a lidar com probabilidades na aplicação do Direito. É exatamente nesse ponto que o sistema jurídico iniciaria um avanço para tratar das adversidades do risco, relativizando a estrutura tradicional para buscar a tutela jurídica de forma a dimensionar a gestão de riscos com base em probabilidades.

Por fim, denota-se que a responsabilidade civil prospectiva é um “planejamento jurídico da sustentabilidade”¹⁸ que contribuirá para a renovação da responsabilidade humana, eis que se torna um modo de orientação para o futuro¹⁹ com vistas a proteger as presentes e futuras gerações no enfrentamento das nanotecnologias e das inovações científicas.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As nanotecnologias são fruto da era tecnológica que submete o homem e o meio ambiente a riscos de danos, cabendo ao judiciário intervir para combater danosidades, e o instituto da responsabilidade civil é uma das formas de regulação e gestão dos riscos de danos. Entretanto, as bases estruturais dificultam a configuração teórica e prática desse instituto.

Em vista disso, a pesquisa realizada buscou investigar as nanotecnologias relacionadas ao risco e à semântica temporal. Tem-se que as características das nanotecnologias são complexas, pois se revelam em riscos projetados no futuro que confrontam com a individualização da responsabilidade civil. Com efeito, esse instituto

¹⁸ Essa expressão é utilizada por Simioni (2006) ao tratar a noção de planejamento nas decisões jurídicas relacionadas ao Direito Ambiental.

¹⁹ Segundo Barreto (2008, p. 1018), a responsabilidade servirá como um princípio “em torno do qual se procura responder à pergunta sobre o tipo de pessoa que queremos ser e qual a sociedade que pretendemos construir.”

assume novos horizontes diante da mudança comportamental dos sistemas sociais na perspectiva do risco.

Em resposta aos problemas apresentados para a pesquisa, pode-se afirmar que há uma constante, em que os riscos passam a integrar a realidade social, sendo as incertezas e inseguranças o único caminho a ser percorrido. Com efeito, a perspectiva do risco é um problema que afeta o Direito, e a possibilidade oferecida em responsabilizar riscos do futuro com base em decisões no presente é uma forma sofisticada para reduzir a complexidade, especificamente, porque o Direito não mais comporta um ideal seguro para o futuro.

A concepção do risco é um mecanismo de antecipação para evitar um acontecimento danoso e, a partir daí pode-se dizer seguramente que o risco como futuro é fundamental na estrutura social e, conseqüentemente na estrutura da responsabilidade civil, pois a observação sob a ótica do risco desestrutura a dogmática tradicional estática com ideais de certezas e segurança.

Com efeito, a implantação das nanotecnologias é incerta em relação ao futuro e depende de decisões que se comportam como gestão de riscos. Desta forma, a decisão tomada repercute no tempo, motivo pelo qual há a necessidade de realizar a observação das relações temporais e conduzir a diferenciação entre o passado e futuro. Sobre esse aspecto, o contexto da observação e das diferenciações dos acontecimentos, envoltos numa semântica temporal, proporciona o entendimento do cenário dotado de complexidade e contingência.

No decorrer da pesquisa, verificou-se que é possível rediscutir a democracia, pois as nanotecnologias devem ser observadas sob a noção de poder e de construção social. Nesse aspecto, o poder difunde-se pelo social, obrigando os governantes a justificarem as suas decisões, sob pena de tornarem-se ilegítimos.

Ainda, demonstrou-se que as bases estruturais tradicionais da responsabilidade civil são insuficientes no contexto das nanotecnologias. E, como reflexo da temporalidade complexa, um dos papéis a ser assumido é instrumentalizar a prevenção e precaução de danos. Com efeito, os seus contornos alteram para uma imputação antecipada de um dever com o futuro.

Por fim, cabe dizer que o futuro é desconhecido e não pode ser antecipado, motivo pelo qual há a necessidade da construção de uma Teoria da Responsabilidade Civil Prospectiva como instrumento de gestão jurídica do desenvolvimento sustentável e como mecanismo no enfrentamento das complexidades e contingências da sociedade de risco. Com isso, a responsabilidade reforçará o agir responsável com as presentes e futuras gerações.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARRETO, Vicente de Paulo. O “admirável mundo novo” e a teoria da responsabilidade. IN: TEPEDINO, Gustavo e FACHIN, Luiz Edson (Coords.). *O Direito e o Tempo: embates jurídicos e utopias contemporâneas*. Estudos em homenagem ao Professor Ricardo Pereira Lira. Rio de Janeiro: Renovar, 2008, p. 995-1018.

CARVALHO, Carlos Gomes de. *O que é Direito Ambiental. Dos Descaminhos da Casa à Harmonia da Nave*. Florianópolis: Habitus, 2003.

CAVALIERI FILHO, Sérgio. *Programa de Responsabilidade Civil*. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

BECK, Ulrich. *La sociedad del riesgo: hacia una nueva modernidad*. Trad. de Jorge Navarro, Daniel Jiménez e Maria Rosa Borrás. Buenos Aires: Paidós, 2002.

BORA, Alons. Capacidade de lidar com o futuro e responsabilidade por inovações – para o trato social com a temporalidade complexa. IN: *Juridicização das esferas sociais e fragmentação do direito na sociedade contemporânea*. SCHWARTZ, Germano (Org.). Porto Alegre: Livraria do Advogado, 2012.

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

ENGELMANN, Wilson. As nanotecnologias e a gestão interdisciplinar da inovação. IN: *As novas tecnologias e os direitos humanos: os desafios e as possibilidades para construir uma perspectiva transdisciplinas*. ENGELMANN, Wilson (Org.). Curitiba: Ed. Honoris Causa, 2011.

_____. 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 (Orgs.) *Constituição, Sistemas Sociais e hermenêutica: Anuário do Programa de Pós-graduação em Direito da UNISINOS: Mestrado e Doutorado*. Porto Alegre: Livraria do Advogado, 2012, n. 9, p. 319-344.

_____. As nanotecnologias e a inovação tecnológica: a “hélice quádrupla” e os direitos humanos. IN: *Anais do Seminário Nanotecnologias: um desafio para o Século XXI*. ENGELMANN, Wilson (Org.). São Leopoldo: Casa Leiria, 2010. 1 Cd ROM.

_____ e BERGER FILHO, Airton Guilherme. As nanotecnologias e o direito ambiental: a mediação entre custos e benefícios na construção de marcos regulatórios. IN: *Revista de Direito Ambiental*, São Paulo: RT, n. 59, p. 50-91, jul-set. 2010.

_____ e FLORES, André Stringhi. A phorónesis como mediadora ética para os avanços com o emprego das nanotecnologias: em busca de condições para o pleno florescimento humano no mundo nanotech. IN: *Revista da AJURIS*, Porto Alegre, v. 36, n. 115, p. 309-25, set. 2009.

JONAS, Hans. *O Princípio Responsabilidade: ensaio de uma ética para uma civilização tecnológica*. Rio de Janeiro: PUC Rio, 2006.

LIMA, Edilson Gomes de. *Tratados científicos: a nanotecnologia avançada*. São Paulo: Agbook, 2009.

LINKOV, Igor; SATTERSTROM, F.K. Nanomaterial Risk Assessment And Risk Management: Review of Regulatory. *NATO Science for Peace and Security Series C: Environmental Security*, 2009, pp 129-157

LUHMANN, Niklas. *Introdução à teoria dos sistemas*. Trad. de Ana Cristina Arantes. Petrópolis: Vozes, 2010.

_____ *Complejidad y modernidad: de la unidad a la diferencia*. Trad. de José Beriain. Madri: Trotta, 1998.

_____ *Sociologia do Direito I*. Trad. de Gustavo Bayer. Rio de Janeiro: Edições Tempo Brasileiro, 1983.

_____ *Sociologia del riesgo*. México: Iberoamericana, 1992.

MARTINS, Paulo. *Nanotecnologia e meio ambiente para uma sociedade sustentável*. *Estud. soc* [online]. 2009, vol.17, n.34, pp. 293-311.

OST, François. *O tempo do direito*. Trad. de Maria Fernanda Oliveira Porto Alegre: Instituto Piaget, 1999.

_____ *A natureza à margem da Lei: A ecologia à prova do Direito*. Tradução de Joana Chaves. Lisboa: Instituto Piaget, 1995.

POHLMANN, Adriana Raffin; GUTERRES, Silvia Stanisçuaski. Relatório GT Marco Regulatório. Fórum de Competitividade em Nanotecnologia. 2010. Disponível em:

http://www.desenvolvimento.gov.br/arquivos/dwnl_1283535420.pdf. Acesso em 20 de julho de 2013.

REYNOLDS, Glenn Harlan. Nanotechnology and Regulatory Policy: Three Futures. IN: *Harvard Journal of Law & Technology*. v. 17, n. 1, 2003. Disponível em: http://jolt.law.harvard.edu/articles/pdf/v17/17_HarvJLTec_h296.pdf. Acesso em 25 de agosto de 2013.

ROCHA, Leonel Severo. *Introdução à teoria do sistema autopoietico do direito*. 2 ed. Porto Alegre: Livraria do Advogado, 2013.

_____ e DUARTE, Francisco. *A construção sociojurídica do tempo*. Curitiba: Juruá, 2012.

_____ *Epistemologia jurídica e democracia*. 2 ed. São Leopoldo: Unisinos, 2003.

SCHWARTZ, Germano. *O tratamento jurídico do risco no direito à saúde*. Porto Alegre: Livraria do Advogado, 2004.

SIMIONI, Rafael Lazzarotto. *Direito Ambiental e sustentabilidade*. Curitiba: Juruá, 2006.