

FACES DA NANOTECNOLOGIA:

MECANISMO POSSÍVEL PARA A TUTELA AMBIENTAL

Carina da Cunha Alvez¹

Salete Oro Boff²

RESUMO

A proteção ambiental constitui direito fundamental, expresso na Constituição Federal de 1988. Ocorre que, para a efetividade deste direito, é necessário um primeiro passo no sentido de se implementar a compatibilização entre a preservação do meio ambiente e a continuidade do desenvolvimento/crescimento econômico e tecnológico, ou seja, mister consubstanciar o desenvolvimento sustentável – que por si só não exterminará os danos ambientais -, mas é fator positivo na tutela específica. Neste contexto foi realizada uma análise relacionada à possibilidade de utilização da produção nanotecnológica como um instrumento que viabiliza a proteção do meio ambiente em razão de viabilizar uma produção com menor uso dos recursos naturais que constituem a matéria-prima. Constatou-se, que o uso da nanotecnologia na produção pode permitir a manutenção do mercado de consumo, com menores apropriações dos recursos naturais, contribuindo para a manutenção da qualidade de vida e do meio ambiente ecologicamente equilibrado para a presente e as futuras gerações. O método de abordagem utilizado foi o dedutivo, em conjunto com o hermenêutico, a partir da técnica de pesquisa bibliográfica em fontes indiretas.

Palavras-chave: Nanotecnologia – Desenvolvimento - Sustentabilidade

NANOTECHNOLOGY FACES:

A POSSIBLE MECHANISM FOR ENVIRONMENTAL PROTECTION

ABSTRACT

Environmental protection is a fundamental right, as the Constitution of 1988 expressly provides for the protection of the environment. For the realization of this right it is necessary a first step towards implementing the compatibility between environmental preservation and continued development – which by itself does not prevent environmental damage, but is a positive factor for specific protection. In this context we have performed an analysis related to the possibility of using nanotechnology as a production tool that enables the protection of the environment due to a viable production with the use of less natural resources that constitute the raw material. Effectively, the use of nanotechnology in the production could allow the

¹ Mestre em Direito/UNISC. Professora do Centro Universitário Franciscano – UNIFRA. Pesquisadora do Grupo de Pesquisas Teoria Jurídica no Novo Milênio – UNIFRA. Membro do GEDIPI – Grupo de Estudos em Desenvolvimento, Inovação e Propriedade Intelectual, vinculado ao Grupo de Pesquisa: Políticas Públicas de inclusão social – Subgrupo: Políticas Públicas para a Inovação e a Proteção Jurídica da Tecnologia/UNISC. Coordenado pela prof^a Salete Oro Boff. Advogada no escritório Umpierre Assessoria na cidade de Santa Maria/RS. E-mail: alvez.carina@gmail.com

² Pós-Doutora em Direito/UFSC. Doutora em Direito/UNISINOS. Professora do Programa de Pós-Graduação em Direito-Mestrado e Doutorado da Universidade de Santa Cruz do Sul - UNISC. Linha de pesquisa: Políticas Públicas de inclusão social. Grupo de Pesquisa: Políticas Públicas de inclusão social – Subgrupo: Políticas Públicas para a Inovação e a Proteção Jurídica da Tecnologia. Pesquisadora da IMED-Faculdade Meridional. Projeto de pesquisa: Novas Tecnologias, marcos regulatórios e reconhecimento de direitos na diversidade cultural. Professora do IESA-Instituto Cenecista de Ensino Superior de Santo Ângelo-RS. E-mail salete.oro.boff@terra.com.br

maintenance of the consumer market with smaller appropriation of natural resources, enabling the quality of life and maintenance of an ecologically balanced environment for present and future generations.

KEYWORDS: Nanotechnology – Development – Sustainability

1. INTRODUÇÃO

A finalidade deste trabalho envolve a reflexão acerca da utilização da nanotecnologia como instrumento que pode viabilizar a efetividade da tutela ambiental, a partir da manutenção do mercado de consumo, com a produção de bens e com o uso da menor quantidade possível de recursos naturais.

A problemática indaga quanto à possibilidade de efetivar o direito fundamental a um meio ambiente sadio mediante a implementação de técnicas que envolvem o uso da nanotecnologia, permitindo a manutenção do processo de produção de bens com a utilização de menos matéria prima, extraída da natureza. Para tanto, o método de abordagem utilizado é o dedutivo em conjunto com o hermenêutico, a partir da técnica bibliográfica.

O avanço tecnológico e a dinamicidade do desenvolvimento social e econômico impõem a manutenção do mercado econômico, com a implementação de produção em larga escala. Essa prática leva ao uso de um número cada vez maior de bens retirados da natureza, bens estes que são esgotáveis. Enseja um crescente aumento da degradação ambiental, com vistas a atender às exigências do mercado quanto à produção de bens para o consumo, a partir da utilização irracional dos recursos naturais esgotáveis, mediante atuações lesivas ao meio ambiente.

As atividades humanas dentro do contexto atual determinam o surgimento de situações de conflito, em virtude de práticas que implicam diminuição da qualidade de vida e o comprometimento da saúde e da sobrevivência humana. Tais conflitos não são de caráter individual, mas se relacionam aos interesses coletivos e difusos.

Desse modo, a necessidade de proteção dos recursos naturais para as gerações presente e futuras, frente ao processo de desenvolvimento econômico, que é o principal veículo de comprometimento do equilíbrio ambiental e da qualidade de vida, determina a

busca de meios alternativos que viabilizem a continuidade do desenvolvimento com a minimização dos impactos ambientais, do que o uso da nanotecnologia poderá servir de sustentáculo para esse desiderato.

Com essas considerações, o presente trabalho justifica-se na pretensão de aprofundar a reflexão envolvendo a utilização da nanotecnologia como um instrumento de viabilização da manutenção do desenvolvimento sustentável, mediante a produção de bens em escalas que atendam as necessidades da população, sem ocorrer a continuidade do grande impacto ambiental com a extinção de recursos naturais que constituem a matéria-prima do mercado como um todo.

2. NANOTECNOLOGIA: ORIGEM, CONCEITUAÇÃO E APLICABILIDADE

A nanotecnologia constitui um marco relacionado à evolução tecnológica, caracterizando uma nova realidade na sociedade moderna.

Inicialmente, na década de 80, as pesquisas envolvendo nanotecnologia possuíam como foco principal a busca de alternativas sustentáveis para aplicação industrial, com vistas a minimizar os impactos ambientais em razão da possibilidade de ser utilizada uma quantidade menor de matéria-prima para produção do mesmo volume de bens. Nesse sentido, destacam Christian Joachim e Laurence Plévert, que “esses projetos alimentavam a esperança de transformar a microeletrônica numa ‘nanoeletrônica’ que viesse a moderar os efeitos ambientais gerados pela indústria eletrônica”.³

O surgimento da nanotecnologia ocorreu a partir do desenvolvimento de técnicas de miniaturização, sempre com vistas a proporcionar o atendimento das necessidades humanas e a melhoria da qualidade de vida.

Mister estabelecer o parâmetro conceitual de nanotecnologia, que segundo Eliton S. de Medeiros e Luiz H. C. Mattoso significa:

[...] de maneira muito geral, a habilidade de manipulação átomo por átomo na escala compreendida entre 0,1 e 100nm, para criar estruturas maiores

³ CHRISTIAN, Joachim ; PLÉVERT, Laurence. *Nanociências: a revolução invisível*. Tradução de André Telles. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2009.

fundamentalmente com nova organização estrutural e, normalmente, para fins comerciais.⁴

Consoante expõe Graham Moore, a nanotecnologia “é uma disciplina emergente que aplica princípios da nanociência à criação de produtos e proporciona um enfoque radicalmente novo ao processo produtivo”.⁵ Este fator envolve o interesse global no financiamento público de pesquisas na área, com uma visão de destaque no atual contexto, tendo em vista que serão raras as indústrias alheias aos efeitos e aplicações nanotecnológicas.

A nanotecnologia tem sido apontada como o marco de uma nova revolução científica, sendo que neste contexto “a nanotecnociência deverá ser perspectivada nesta direção, para que os seus propósitos efetivamente possam servir para melhorar a vida e o mundo de cada homem e mulher”.⁶

Afirmam Christian Joachim e Laurence Plévert que “[...] por essência, a nanotecnologia é uma tecnologia que preserva os recursos materiais”.⁷ Entretanto, os estudos atualmente existentes, envolvem a problemática dos possíveis riscos oriundos das referidas práticas, bem como da ausência de marcos regulatórios, deixando inerte uma das principais aplicações que pode ser efetivada, com vistas à redução dos danos ao meio ambiente.

A manipulação das estruturas nano permite a exploração de propriedades e alterações substanciais nos materiais, às quais eram desconhecidas anteriormente, podendo ensejar a produção e fabricação de novos dispositivos de forma eficiente. Neste contexto, pode-se vislumbrar o uso da nanotecnologia como uma aliada à implementação do desenvolvimento sustentável, uma vez que mediante o uso das técnicas de miniaturização torna-se possível a produção de bens, para atender às necessidades, com a utilização de uma quantidade menor de matéria-prima extraída da natureza.

⁴ DURAN, Nelson; MATTOSO, Luiz Henrique Capparelli e MORAIS, Paulo Cezar de. *Nanotecnologia: introdução, preparação e caracterização de nanomateriais e exemplos de aplicação*. São Paulo: Artliber Editora, 2006, p. 13-29.

⁵ MOORE, Graham. *Nanotecnologia em embalagens*. São Paulo: Editora Blucher, 2010, p. xxi-xxv.

⁶ ENGERMANN, Wilson. A nanotecnociência como uma nova revolução científica: os Direitos Humanos e uma (nova) filosofia na ciência. In STRECK, Lenio Luiz e MORAES, Jose Luis Bolzan de.(orgs.). **Constituição, Sistemas Sociais e Hermenêutica: anuário do programa de pós-graduação em Direito da Unisinos**. Porto Alegre: Livraria do Advogado, 2010.pp 249-265.

⁷ CHRISTIAN, Joachim ; PLÉVERT, Laurence. Op. Cit. p.8.

Afirma-se que “no universo nanométrico todas as ciências se encontram”⁸, do que se destaca o caráter interdisciplinar que envolve a nanotecnologia, bem como a dinâmica e complexidade envolvida na temática.

Embora inexistam marcos regulatórios específicos relacionados ao uso e aplicação da nanotecnologia, este fato não inviabiliza sua aplicabilidade, pois não se pode frear os avanços científicos e tecnológicos em razão das dificuldades relacionadas ao processo legislativo.

Deve ser considerado que a produção legal, em matéria ambiental, caracteriza-se como uma resposta entre disputas relacionadas a visões distintas da sociedade e ambiente. Disputa esta, consubstanciada em regras que traduzem a posição, dominante da maioria – a qual participa do processo de elaboração das leis, muitas vezes dissociada das teorias de base e em discordância com o real interesse das pessoas que estarão sob o amparo das referidas leis, neste sentido, aponta a reflexão proporcionada pelo artigo Instrumentos Tecnológicos e Jurídicos para a construção da sociedade sustentável, de Sergio R. Martins, Antonio Carlos P. Soler e Alexandre M. Soares.⁹

3. EVOLUÇÃO SOCIAL, DESENVOLVIMENTO E PROTEÇÃO DO AMBIENTE

É corrente o fato de a evolução social possuir um ritmo de desenvolvimento mais avantajado do que a evolução da regulamentação legal. Entretanto, na atual conjuntura, os avanços científicos têm ocorrido de forma tão rápida, que passaram a surgir indagações quanto à possibilidade de existência ou não de limites para o fazer científico.

Todo o processo de evolução social que se tem conhecimento exige uma adaptação e evolução dos mecanismos de regulação existentes. Obviamente a ciência não pode estar limitada, pois o desenvolvimento social e tecnológico é inerente ao convívio social e, somente através do aprimoramento das técnicas existentes é que será possível o progresso efetivo, com atendimento das necessidades, melhora da qualidade de vida e a observância da dignidade da pessoa humana. A evolução social possui várias dimensões, entretanto todos os caminhos

⁸ TOMA, Henrique E. **O mundo nanométrico: a dimensão do novo século**. São Paulo: Oficina de Textos, 2004, p. 11-21.

⁹ VIANA, Gilney; SILVA, Marina e DINIZ, Nilo. (Orgs.). **O Desafio da Sustentabilidade: Um debate socioambiental no Brasil**. São Paulo: Ed. Fundação Perseu Abramo, 2001, p. 157-182.

conduzem à busca do aprimoramento do desenvolvimento, atualmente limitado pela necessária proteção ambiental.

Outro fator a ser observado em relação ao desenvolvimento envolve a produção para suprimento das necessidades humanas, uma vez que não se tem a correta dimensão das referidas necessidades em razão de haver, muitas vezes, a imposição do mercado, criando necessidades com vistas a estimular o consumo e ampliar o lucro das empresas produtoras. Como apresenta Serge Latouche¹⁰, no texto intitulado Padrão de Vida, estabelece que a manutenção desta realidade envolvendo necessidades impostas e padrão de vida como instrumentos de verificação da riqueza ou pobreza das pessoas altera o paradigma da sustentabilidade por restar claro que esta prática leva à insustentabilidade do sistema com um todo.

Toda a produção existente possui como fonte de recursos a natureza e sabe-se que os recursos naturais são esgotáveis. A partir deste contexto, surge o conceito de desenvolvimento sustentável, conceito este que até o momento não se tornou efetivo, por ser extremamente difícil a compatibilização da continuidade do processo de desenvolvimento social e tecnológico com a proteção ambiental, em razão dos interesses econômicos envolvidos que conduzem a atuação do mercado.

Interessante referir todo o procedimento existente na atualidade de forma inter-relacionada, teve surgimento a partir da produção e possui crucial relação com a produção em si, pois o desenvolvimento econômico está calcado na existência de bens, os quais utilizam como matéria-prima, elementos extraídos da natureza.¹¹ Referidos processos ensejaram alterações no meio natural, com sérios comprometimentos dos recursos, o que acaba por determinar um aumento no valor da produção.

O desenvolvimento social e econômico está intrinsecamente relacionado com a globalização, na qual grande parte das necessidades é fruto do contexto social e não refletem efetivamente as reais exigências da população para a sobrevivência humana. Neste sentido Élide Séguin e Francisco Carrera destacam a importância de garantir as “as necessidades essenciais do homem, a manutenção dos padrões básicos de consumo nos limites das possibilidades

¹⁰ SANCHS, Wolfgang (editor). **Dicionário do Desenvolvimento: guia para o conhecimento como poder**. Rio de Janeiro: Vozes, 2000, p-173-189.

¹¹ Idem Ibidem. p-155-172.

das nações em desenvolvimento, tão pouco privilegiadas e vítimas de um crescimento econômico globalizado e neoliberal, que, por vezes, ignora sua existência”.¹²

Na prática surgem indagações relacionadas ao suprimento das necessidades humanas, mas sempre com vistas a auferir se, efetivamente, tais demandas existem para sobrevivência ou são imposições de um mercado calcado unicamente na busca de ampliação dos lucros e das vantagens econômicas.

Neste contexto destaca Roberto Guimarães a necessidade de:

Um novo paradigma que situe o ser humano como o centro do processo de desenvolvimento deverá, necessariamente, considerar o crescimento econômico como um meio e não como um fim, terá que proteger as oportunidades de vida das gerações atuais e futuras, e terá, finalmente, que respeitar a integridade dos sistemas naturais que possibilitam a existência de vida na Terra.¹³

Nesta acepção observa-se que “a sustentabilidade vai mais além dos destinos da espécie humana: ela alcança a perpetuação da vida, e o valor intrínseco da criação ou do mundo natural”.¹⁴

Robert Goodland¹⁵, ao referir a tese de que o mundo está em seus limites, enfrenta como foco principal a temática de que é impossível manter-se o atual crescimento da economia global baseado no consumo sem controle dos recursos. Conforme o autor, constitui fator importante a necessidade de adoção de uma economia sustentável, com o afastamento da pobreza. Entretanto, não se pode esquecer que as fontes de recursos que sustentam a economia global possuem limitações, sendo necessário estabelecer um equilíbrio entre a economia global e os limites de capacidade que o ecossistema possui.

Nesta esteira, destaca o autor como um fator agravante, o grande e rápido avanço tecnológico, o qual diminuiu consideravelmente o tempo de vida útil de certos produtos, tornando-os obsoletos em pouco tempo e fazendo surgir novas necessidades para os

¹² SÉGUIN, Elida e CARRERA, Francisco. **Planeta Terra** – Uma abordagem de Direito Ambiental. Rio de Janeiro: Lumen Juris, 2001, p-119.

¹³ VIOLA, Eduardo e FERREIRA, Leila da Costa (orgs.) . **Incertezas de sustentabilidade na globalização**. São Paulo: Unicamp, 1996, p - 18.

¹⁴ MILARÉ, Édís, **Direito do Ambiente: A Gestão em foco**. São Paulo: RT, 2007, p . 43.

¹⁵ Goodland, Robert - “La tesis de que el mundo está en sus límites”. En: Goodland, Robert; Daly, Herman; El Serafy, Salah; Droste, Bernd von (eds.): **Medio ambiente y desarrollo sostenible: más allá del Informe Brundtland**. Madrid: Editorial Trotta: 1997, p. 19-36.

consumidores, ensejando um aumento na pressão sobre o planeta como fornecedor de matéria prima.

Em meio ao contexto de desenvolvimento, a nanotecnologia surgiu como um divisor, ensejando uma nova era dentro dos avanços, proporcionando o aprimoramento das pesquisas e da produção de bens de consumo. Ocorre que a inexistência de regulamentações legais específicas, por vezes, resulta em dificuldades à continuidade das atividades que envolvem processos nanotecnológicos, mesmo que esses produtos já demonstraram a possibilidade de eficiência em diversas áreas de interesse, desde a proteção da saúde e o oferecimento de bens a partir da produção em grande escala com uso de menos recursos naturais.

O desenvolvimento constitui condição indispensável para a subsistência humana, o que exige a criação de uma melhor organização local, proporcionando melhor qualidade de vida para a população. A viabilização da produção nanotecnológica de forma regulamentada pode proporcionar menor custo e estar relacionada ao incentivo do uso de técnicas que minimizem os impactos ambientais e proporcionem a execução do ciclo de vida natural, caracterizando a existência de um mecanismo que atende ao paradigma da ecologia profunda.

Não se pode olvidar que a ecologia profunda constitui-se em um movimento que teve surgimento a partir da constatação da ocorrência do esgotamento dos recursos naturais e a necessária tomada de consciência no sentido de se buscar novos rumos com vistas à interação homem-natureza. Assim, pode-se afirmar que o uso da nanotecnologia para a proteção do meio ambiente está diretamente relacionada com o movimento denominado ecologia profunda, que envolve conceito elaborado por um filósofo e ecologista norueguês em 1973, denominado Arne Naess, no sentido da visão da humanidade como mais um fio na teia da vida. Destaca-se o entendimento de que cada elemento da natureza, inclusive a humanidade, deve ser respeitado e preservado para garantir o equilíbrio do sistema e da biosfera¹⁶.

A ecologia profunda constitui forma de pensar e agir dentro da ecologia, a qual envolve, por sua vez, o estudo das interações entre os seres vivos e deste com o ambiente. A proposição do conceito ocorreu como uma resposta ao paradigma dominante relacionado ao uso dos recursos naturais. A ecologia profunda não separa o ser humano do ambiente natural,

¹⁶ CAPRA, Fritjof. **Ecologia profunda: um novo paradigma**. Disponível em: <http://www.ebah.com.br/ecologia-profunda-um-novo-paradigma-pdf-a53179.html>, acesso em 24/05/2010.

mas vê o mundo como uma teia de fenômenos essencialmente inter-relacionados e inter-dependentes.

Destaca-se o conceito de Carlos Cardoso Aveline que afirma,

A natureza, cuja evolução é eterna, possui valor em si mesma, independentemente da utilidade econômica que tem para o ser humano que vive nela. Esta idéia central define a chamada ecologia profunda – cuja influência é hoje cada vez maior – e expressa a percepção prática de que o homem é parte inseparável, física, psicológica e espiritualmente, do ambiente em que vive.¹⁷

Esta percepção diferenciada da visão integrada homem/natureza é fundamental para que o avanço nanotecnológico alcance êxito em relação à minimização dos impactos ambientais, mediante o aprimoramento do saber científico e a produção de uma legislação que efetivamente proporcione a sustentabilidade.

A conciliação das esferas de saber com a participação efetiva e valorada de todos os grupamentos sociais no processo de construção e aplicação da nanotecnologia na produção de bens, pode viabilizar e proporcionar uma escala produtiva, que somente tem a somar para as pessoas que sobrevivem com a execução das referidas práticas. Como resultado emerge um verdadeiro mecanismo de tutela ambiental, sem frear ou restringir a continuidade do processo de desenvolvimento econômico e, conseqüentemente, sem impor limites ao mercado de consumo.

Importante destacar que os modelos de produção devem levar em conta o emprego de tecnologias que impliquem menor produção de resíduos com maior capacidade de reaproveitamento. Entretanto, para a efetividade destas considerações, tem-se que trabalhar a conscientização e o esclarecimento da população com referência ao importante papel que executam no contexto da economia global e as conquistas que podem advir ao serem adotados novos métodos e conhecimentos, a partir da implementação da produção nanotecnológica.

A implementação da sustentabilidade na produção e consumo utilitários da nanotecnologia constituem um meio necessário para a melhoria da qualidade de vida da população que integra este setor da economia e que constitui fator primordial para a manutenção do desenvolvimento econômico e social.

¹⁷ AVELINE, Carlos Cardoso. Disponível em http://pt.wikipedia.org/wiki/Ecologia_profunda, acesso em 11/05/2010.

4. NANOTECNOLOGIA, QUALIDADE DE VIDA, COMPLEXIDADE AMBIENTAL

Ao tratar-se de nanotecnologia, qualidade de vida e tutela do ambiente tem-se que, inicialmente, estabelecer determinados limites conceituais que facilitarão a compreensão.

A nanotecnologia, conforme afirmado anteriormente, constitui um marco frente aos avanços científicos e tecnológicos, pois a partir da aplicabilidade das técnicas de miniaturização, os materiais decorrentes podem apresentar inúmeras versões, comportamentos e/ou propriedades, distintos dos iniciais.¹⁸

Henrique E. Toma afirma que

O desenvolvimento da microtecnologia, principalmente através da microeletrônica e da computação, foi o fator decisivo na passagem para a modernidade. Esse fator pressionou os demais setores da ciência e tecnologia e promoveu a elevação dos padrões de qualidade e da expectativa de vida no mundo inteiro, a despeito das incongruências da sociedade moderna.¹⁹

Dessa forma, ao tratar da temática da qualidade de vida, ocorre necessariamente a relação com aspectos da qualidade do meio ambiente, uma vez que a qualidade do meio ambiente envolve o conceito de qualidade de vida, pois somente em um meio ambiente sadio ter-se-á a almejada qualidade de vida. Neste sentido, elucida Luís Paulo Sirvinskas o entendimento de qualidade de meio ambiente e “estado do meio ambiente ecologicamente equilibrado que proporciona uma qualidade de vida digna para o ser humano. Essa qualidade de vida está relacionada com a atividade contínua e ininterrupta das funções essenciais do meio ambiente.”²⁰

Ocorre que a qualidade do meio ambiente, além de servir de referencial para à qualidade de vida, constitui-se em um referencial de controle do meio ambiente com relação às agressões sofridas. Meio Ambiente com qualidade é aquele que possui um equilíbrio ecológico, proporcionando padrões de vida e de sobrevivência dignos. A qualidade de vida é um conceito que envolve princípios diversos, conforme a localidade e os costumes de cada região. Isto decorre do fato do conceito de qualidade de vida sofrer profundas alterações conforme a localidade em que se vive e o contexto ao qual se está exposto.

¹⁸ DURAN, Nelson; MATTOSO, Luiz Henrique Capparelli e MORAIS, Paulo Cezar de. **Op. Cit.** p. 13-29.

¹⁹ TOMA, Henrique E. **Op. Cit.** p. 11-21.

²⁰ SIRVINSKAS, Luís Paulo. **Manual de direito ambiental.** São Paulo: Saraiva, 2002.. p. 113.

Ocorre que, ao ser referida a qualidade de vida, deve-se relacionar aos padrões de vida dignos para as pessoas, sem, contudo, estabelecer parâmetros locais ou regionais. A existência da qualidade de vida somente é possível com a qualidade do meio ambiente, e isso exige a tutela do mesmo, para que a degradação não inviabilize a sobrevivência humana neste planeta.

Destaca-se que “a preocupação jurídica do ser humano com a qualidade de vida e a proteção do meio ambiente, como bem difuso, é tema recente. Pode-se dizer que essas questões só vieram alcançar interesse dos Estados a partir da constatação da deterioração da qualidade ambiental e da limitabilidade do uso dos recursos naturais”.²¹

Muito embora a consciência ambiental emergente tenha passado por uma alteração comportamental, quando a concepção individualista deixou de ser principal, a efetiva sensibilização quanto à necessária proteção ambiental adveio da constatação do esgotamento dos recursos naturais postos à disposição. Essa constatação leva a impor o uso dos avanços científicos e tecnológicos existentes como aliados da tutela ambiental e a considerar a possibilidade da nanotecnologia ser um mecanismo eficaz na proteção dos recursos naturais e na manutenção dos processos produtivos.

A qualidade do meio ambiente que enseja a qualidade de vida é direito de todos, sendo que “o homem tem o direito fundamental à liberdade, à igualdade e ao desfrute de condições de vida adequada em um meio, cuja qualidade lhe permita levar uma vida digna e gozar de bem-estar, e tem a solene obrigação de proteger e melhorar esse meio para as gerações presentes e futuras”.²²

Interessante evidenciar que, para haver qualidade do meio ambiente, é necessária a efetiva proteção do bem ambiental, como destaca J. J. Gomes Canotilho:

Em primeiro lugar, o bem ambiental pode qualificar-se como bem jurídico, se e na medida em que é objeto de uma disciplina autônoma distinta relativamente ao regime jurídico patrimonial dos bens, privados ou públicos, ou da ‘res communes omnium’ que o constituem. Conseqüentemente, é necessário que a proteção do ambiente tenha na lei ou em outras fontes um título jurídico autônomo. O fundamento da tutela específica e autônoma

²¹ VARELLA, M. D.; BORGES, R. C. B. **O Novo em direito ambiental**. Belo Horizonte: Del Rey, 1998, p. 52.

²² VARELLA, M. D.; BORGES, R. C. B. **Op. Cit.** p. 64.

reconduzir-se-á, logicamente, à necessidade da conservação ou gozo do bem ambiental por parte da coletividade ou do particular 'uti cives'.²³

É nessa acepção que deve ocorrer a proteção ambiental, entendendo o bem ambiental como um macrobem, conforme dispõe a Constituição Federal “bem de uso comum do povo”, significando “que o proprietário, seja ele público ou particular, não poderá dispor da qualidade do meio ambiente ecologicamente equilibrado, devido à previsão constitucional, considerando-o macrobem de todos”.²⁴

O conceito de qualidade de vida deve indicar as condições mínimas do meio físico, e o mesmo deve prever a obtenção de fatores necessários que conduzam ao atendimento das necessidades básicas, tais como alimentação, habitação, saúde e educação. As políticas que fornecem o instrumental necessário à aquisição desses bens não se opõem à política ambiental; ao contrário, elas se complementam. É corrente o fato de que não é possível uma boa qualidade de vida sem a devida política de proteção dos recursos naturais, razão pela qual a nanotecnologia pode ser inserida como uma aliada ao atendimento do mandamento constitucional de proteção do meio ambiente.

A qualidade do meio ambiente e conseqüentemente a qualidade de vida só existirá a partir da mudança do padrão e do conceito de desenvolvimento econômico. Em regra, o desenvolvimento econômico sempre se fez de forma degradadora e poluidora, pela falta de cuidado com a preservação dos recursos ambientais mesmo se percebendo a existência de vínculos bastante concretos entre a preservação ambiental e a atividade industrial.

Interessante a contraposição de posicionamentos, apresentada nas reflexões de Antonio M. Alonso e Eduardo Sevilla Guzmán²⁵, no artigo intitulado “El Discurso Ecotecnocrático de la Sostenibilidad”, o qual relaciona o fato de atribuir a degradação ambiental aos países pobres, em desenvolvimento, em razão do grande crescimento populacional que os mesmos apresentam, bem como pela deterioração da natureza nos processos de desmatamento e prática da produção.

²³ CANOTILHO, José Joaquim Gomes. **Procedimento administrativo e do ambiente**. *Revista de legislação e Jurisprudência*, Coimbra, n. 3.800. p. 325-326. 1991.

²⁴ VARELLA, M. D.; BORGES, R. C. B. Op. cit. p. 61.

²⁵ ALONSO, Antonio M. y SEVILLA, Eduardo. **El discurso ecotecnocrático de la sostenibilidad**. Em *Cadernas Marin, A. (coord.). Agricultura y Desarrollo Sostenible*. Ministério de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid: MAPA, 1995.

Na análise feita pelos autores, a agricultura é equiparada à indústria, em razão da modernização da produção agrícola e das altas tecnologias aplicadas, com grande produção e poluição. Nesta esteira, os limites se refletem na constatação de exaustão do planeta, a qual é demonstrada a partir de fatos ocorridos no dia-a-dia, tais como: grandes alterações climáticas, aumento do nível dos oceanos, aquecimento global, dentre outros fatores que poderão ensejar mutações nas espécies vivas, para uma melhor adaptação ao novo meio que se coloca.

No contexto desta acepção verifica-se a ocorrência de uma crise ambiental, restando evidente a requisição urgente do controle das forças produtivas, com a realização de uma seleção das formas degradantes, afastando a produção expoliadora e o consumo que se coloca na atual estrutura, desigual e anti-ecológica.

Do mesmo modo, deve-se considerar as reflexões de Enrique Leff²⁶, que considera a crise ambiental como sendo a crise do tempo atual. O risco ecológico coloca em questionamento o conhecimento do mundo existente até o momento. Esta crise aparece como um limite e enseja uma alteração do curso da história, exigindo que sejam revistos os limites do crescimento econômico e populacional, limite dos desequilíbrios ecológicos e da capacidade de sustentabilidade da vida, bem como limite da pobreza e da desigualdade social. Para o autor²⁷, a complexidade ambiental está inserida no terreno do poder que atravessa todo o saber, do ser que possui todo o saber e do saber que configura as diferentes identidades existentes.

Dessa forma, a complexidade pode ser considerada uma inovação no modo racional de pensar o mundo, a partir da existência do conjunto indissociável homem/natureza, podendo-se somar técnica e cultura. Este novo pensar deve propiciar o surgimento de opções de meios sustentáveis para a produção, partindo de uma alteração no modelo de apropriação dos recursos naturais, com efetiva participação social, solidariedade e justiça.

Ademais, a sustentabilidade é fator indispensável e está diretamente relacionada ao desenvolvimento e crescimento econômico de forma que sejam preservados os recursos naturais para a presente e as futuras gerações. Neste sentido, Clóvis Cavalcanti, “as políticas do governo para a sustentabilidade têm de ser capazes de redirecionar o curso dos eventos

²⁶ LEFF, Enrique. **Saber ambiental: sustentabilidad, racionalidad, complejidad, poder.** México, D.F.: Siglo Veintiuno/PNUMA/UNAm, 1998, p. 07-51.

²⁷ Idem. Ibidem.

econômicos de tal maneira que as atividades que destroem capital natural ou dissipam recursos renováveis, perturbando os correspondentes ecociclos sejam freadas.²⁸

A compreensão do desenvolvimento sustentável envolve alteração comportamental que não se restringe à formulação de conceitos a serem observados, mas que, sobretudo, impõem à formulação de políticas públicas necessárias à implementação do ecodesenvolvimento, bem como a alteração comportamental de cada um - tendo-se como ponto de partida a conscientização da população e o devido esclarecimento quanto aos reflexos da nanotecnologia no meio ambiente. A situação atual exige a construção de uma racionalidade social, fundamentada na complexidade ambiental, onde a pessoa deve ser, deve pensar e atuar no mundo, conforme a visão sistêmica que se contrapõe à visão antropológica.

Interessante destacar que a crise ambiental constitui um fator que merece atenção especial para que a sustentabilidade se torne efetiva. A referida crise possui como centro a forma de relação estabelecida entre o homem e a natureza.²⁹ Neste diapasão, e a partir da adoção da acepção sistêmica, também denominada holística, tem-se que caminhar rumo a mudanças de pensamento e racionalidades, no sentido de que para a efetividade da sustentabilidade, precisa-se desenvolver uma ciência sustentável – o que exige uma tomada de consciência, relacionada à nova visão do homem em relação à natureza, no sentido de utilizar os recursos com o menor impacto ambiental possível, fator que aproxima a nanotecnologia como uma das possíveis alternativas para tornar efetiva a proteção ambiental. Conforme bem denota Henrique E. Toma, “ A nanotecnologia é um caminho para a química verde(...). Significa que você está usando menos material, poluindo menos e tendo a mesma eficiência.”³⁰

A criação da ciência, do conhecimento científico propriamente dito, envolveu o reducionismo de forma que a ciência deveria tão somente servir aos interesses da sociedade, ignorando os limites que a natureza impõe ao desenvolvimento. Nesta acepção, a ciência passou a ter conhecimentos compartimentados, tendentes a reduzir as complexidades existentes.

²⁸ CAVALCANTI, Clóvis. *Meio Ambiente, desenvolvimento sustentável e políticas públicas*. São Paulo: Cortez: Recife: Fundação Joaquim Nabuco, 1997, p-38.

²⁹ FUNTOWICZ, S.; DE MARCHI, B. “Ciência pós-normal, complexidade reflexiva e sustentabilidade”. In: LEFF, E. (Org.). **A Complexidade ambiental**. São Paulo: Cortez, 2003, p. 54-84.

³⁰ TOMA, Henrique E. **Op. Cit.** p.99.

A atuação compartimentada, em razão da utilização do raciocínio reducionista na ciência, proporciona uma atuação individualizada, na qual as pessoas utilizam os recursos necessários de forma fragmentada, sem levar em consideração os impactos ambientais gerais ocasionados. A partir deste contexto, caracteriza-se a crise atual como sendo uma crise de pensamento, a qual exige uma alteração do paradigma até então utilizado, com vistas ao surgimento de uma ciência pós-normal, que envolve uma alteração na percepção do homem em relação ao ambiente. Nesta nova acepção da ciência, a visão sistêmica passa a ser utilizada, na qual existe o dever do homem atuar com vistas a minimizar os impactos ambientais decorrentes de sua atuação, pela tomada da consciência ambiental e sempre buscando a qualidade de vida.

Para o restabelecimento do equilíbrio da tutela ambiental faz-se mister a prática de uma atuação responsável em diversos setores, conjuntamente com o progresso científico, do que mais uma vez se evidencia a possibilidade de uso da nanotecnologia como uma aliada para a efetiva proteção do ambiente. Neste sentido, Jussara Maria Leal de Meirelles destaca “a necessidade da responsabilidade jurídica, moral e social “devendo a racionalidade ética e jurídica caminhar ao lado do progresso científico para que juntas possam evitar danos irreparáveis à preservação e conservação do ser humano (presente e futuro) e do meio ambiente.”³¹

O que se necessita, efetivamente, são instrumentos que permitam a continuidade do processo de desenvolvimento econômico e que envolva a produção e o consumo de bens, sem permitir que os recursos naturais necessários para a referida produção tornem-se inexistentes e neste ínterim tem espaço a aplicação da nanotecnologia como aliada à manutenção da produção em grande escala, com o uso de um número menor de recursos naturais em razão da possibilidade de aproveitamento e reaproveitamento de bens.

5. CONCLUSÃO

A proposta do presente trabalho envolveu a análise a respeito da viabilidade ou não do uso da nanotecnologia como instrumento de proteção do meio ambiente. A investigação considerou a realização de uma reflexão interdisciplinar, uma vez que o conceito de nanotecnologia constitui um conceito que envolve conhecimentos afetos a diversas áreas do saber, tais como a física, a química, dentre outras.

³¹ MEIRELLES, Maria Leal de. *Biodireito em Discussão*. Curitiba: Juruá, 2007, pp. 33.

Não restam dúvidas que os impactos ambientais decorrentes da produção de bens para o consumo exigem a utilização de recursos naturais, proporcionando o esgotamento dos referidos recursos, o que pode ensejar um colapso no mercado em razão da possível inviabilidade da continuidade do processo produtivo.

Ademais, as discussões envolvendo possíveis alternativas para a proteção ambiental já percorreram um caminho considerável, mas por vezes não existe viabilidade de implementação, uma vez que todo e qualquer mecanismo que possa influenciar o setor econômico, com a diminuição de lucros é de difícil concretização, em razão do mercado possuir um papel preponderante na conjectura social existente.

Em contrapartida, a ausência de atuação efetiva com vistas a implementar meios que viabilizem a eficácia da tutela do ambiente, pode conduzir à inviabilidade do mercado, decorrente da impossibilidade da produção devido ao esgotamento dos recursos naturais que constituem a matéria-prima necessária para tal desiderato.

Não se pode desconsiderar que, inicialmente, as pesquisas que envolviam nanotecnologia possuíam o intuito de encontrar alternativas para a efetividade do desenvolvimento sustentável. Fato que foi abandonado em razão da mudança de interesses, os quais se voltaram, prioritariamente, para o desenvolvimento econômico.

Ocorre que, passados vários anos do início das indagações acerca da aplicabilidade da nanotecnologia, mesmo não existindo, até o momento, marcos legais para regulamentar a produção nanotecnológica, a mesma tem sido realizada, independente das consequências (riscos) que podem advir e da ausência de conhecimentos detalhados por grande parte da população.

Nesse contexto, não existem justificativas para ignorar a possibilidade da proteção ambiental a partir da aplicação da nanotecnologia. Resta evidente que o uso das técnicas de miniaturização decorrentes da nanotecnologia permite a produção em escala maior, com o uso de um número reduzido de recursos naturais. Essa prática pode minimizar os ‘encargos’ e promover a sustentabilidade ambiental e, conseqüentemente, a efetividade do direito fundamental ao meio ambiente sadio para as presente e futuras gerações.

REFERÊNCIAS

ALENCAR, Chico. **Direitos mais Humanos**. Rio de Janeiro: Garamond, 1998.

ALONSO, Antonio M. y SEVILLA, Eduardo. El discurso ecotecnocrático de la sostenibilidad. Em Cadernas Marin, A. (ccord.). **Agricultura y Desarrollo Sostenible**. Ministério de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid: MAPA, 1995.

BECKER, Dinizar F. **Desenvolvimento Sustentável Necessidade e/ou Possibilidade?** Santa Cruz do Sul: Edunisc, 2001.

BENKO, Georges. **Economia, espaço e globalização: na aurora do século XXI**. São Paulo: Hucitec, 1999.

BOBBIO, Norberto. **A Era dos Direitos** .6. ed. Rio de Janeiro: RJ : Elsevier, 2004.

Bugallo, Alicia. “Relación del Movimiento Ecología Profunda con distintos campos de la ciencia”, en Monjeau, A. (ed.), **Ecofilosofía**. Curitiba: Fundação O Boticario, 2008.

CANOTILHO, Joaquim José Gomes. **Direito Constitucional**. Coimbra: Livraria Almedina, 1995.

CAPRA, Fritjof. **A teia da vida: uma nova compreensão científica dos sistemas vivos**. São Paulo: Cultrix, 1996.

_____. **Sabedoria incomum: conversas com pessoas notáveis**. Tradução de Carlos Afonso Malferrari. São Paulo: Cultrix, 1988.

_____. **Ecologia profunda: um novo paradigma**. Disponível em: <http://www.ebah.com.br/ecologia-profunda-um-novo-paradigma-pdf-a53179.html>, acesso em 24/05/2010.

CAVALCANTI, Clóvis. **Meio Ambiente, desenvolvimento sustentável e políticas públicas**. São Paulo: Cortez: Recife: Fundação Joaquim Nabuco, 1997.

COIMBRA, Ávila. **O Outro Lado do Ambiente**. Campinas: Millennium, 2002.

DOWBOR, Ladislau. **A reprodução social: proposta para uma gestão descentralizada**. Petrópolis: Vozes, 1998.

DURAN, Nelson; MATTOSO, Luiz Henrique Capparelli e MORAIS, Paulo Cezar de. **Nanotecnologia: introdução, preparação e caracterização de nanomateriais e exemplos de aplicação**. São Paulo: Artliber, 2006.

FREITAS, Vladimir Passos de. **A Constituição Federal e a efetividade das normas ambientais**. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2002.

FRONZA, Tassiana; GUTERRES, Silvia Stanisçuaski; POHLMANN, Adriana Raffin; TEIXEIRA, Helder Ferreira. **Nanocosméticos: em direção ao estabelecimento de marcos regulatórios**. Porto Alegre: Gráfica da URGs, 2007.

FUNTOWICZ, S.; DE MARCHI, B. “Ciência pós-normal, complexidade reflexiva e sustentabilidade”. In: LEFF, E. (Org.). **A Complexidade ambiental**. São Paulo: Cortez, 2003.

Goodland, Robert. “La tesis de que el mundo está en sus límites”. En: Goodland, Robert; Daly, Herman; El Serafy, Salah; Droste, Bernd von (eds.): **Medio ambiente y desarrollo sostenible: más allá del Informe Brundtland**. Madrid: Editorial Trotta; 1997.

GUIMARÃES, Roberto P. Desenvolvimento sustentável: da retórica à formulação de políticas públicas. In: VIOLA, E.; FERREIRA, L. C. **Incertezas da sustentabilidade na globalização**. São Paulo: Unicamp, 1996.

KLIKSBERG, Bernardo. **Repensando o Estado para o desenvolvimento social: superando dogmas e convencionalismos**. São Paulo: Cortez, 1998.

KUHN, Thomas. S. **A Estrutura das Revoluções Científicas**. São Paulo: Perspectiva, 2009.

LEFF, Enrique. **Saber ambiental: Sustentabilidade, racionalidad, complejidad, poder**. México, D.F.: Siglo Veintiuno/PNUMA/UNAm, 1998.

_____. **Saber Ambiental: Sustentabilidade, racionalidade, complexidade, poder**. Petrópolis: Vozes, 2005.

LEITE, José Rubens Morato . **Dano ambiental:** do individual ao coletivo extrapatrimonial. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2000.

LINHARES, Paulo Afonso. **Direitos Fundamentais e Qualidade de Vida.** São Paulo: Iglu, 2002.

LOLAS, Fernando. **Bioética** – O que é, como se faz. São Paulo: Edições Loyola, 2001.

LOUREIRO, Carlos Frederico Bernardo; LAYRARGUES, Philippe Pomier e CASTRO, Ronaldo Souza de. (orgs.). **Educação Ambiental:** repensando o espaço da cidadania. São Paulo: Cortez, 2005.

McCORMICK, John. **Rumo ao paraíso:** a história do movimento ambientalista. Tradução de Marco Antonio Esteves da Rocha e Renato Aguiar. Rio de Janeiro: Relume-Dumerá, 1992.

MEIRELLES, Jussara Maria Leal. **Biodireito em Discussão.** Curitiba: Juruá, 2007.

MILARÉ, Édis. **Direito do Ambiente:** A Gestão em foco. São Paulo: RT, 2007.

MOORE, Graham. **Nanotecnologia em embalagens.** São Paulo: Blucher, 2010.

MUKAI, Toshio. **Direito ambiental sistematizado.** Rio de Janeiro: Forense Universtária, 1998.

OLIVEIRA JUNIOR, J. A. de.; LEITE, J. R. M. (Orgs.). **Cidadania coletiva.** Florianópolis: Paralelo 27, 1996.

OLIVEIRA JUNIOR, José Alcebíades de. **O Novo em Direito e em Política.** Porto Alegre: Livraria do Advogado, 1997.

_____. **Teoria Jurídica e Novos Direitos.** Rio de Janeiro: Lumen Juris, 2000.

RAMOS, Glauco Gumerato. **Acesso à justiça e cidadania.** São Paulo: Fundação Konrad Adenauer, 2000.

ROCHA, Vânia de Almeida Siebem. Temas de direito ambiental: uma visão interdisciplinar. In: HAUSENS, Enio Costa.; TEIXEIRA, Orci Paulino Bretanha.; ALVARES, Pércio Brasil. **Constituição e meio ambiente.** Porto Alegre: AEBA, Apesp, 2000.

SANCHS, Wolfgang (editor). **Dicionário do Desenvolvimento**: guia para o conhecimento como poder. Rio de Janeiro: Vozes, 2000.

SÉGUIN, Elida e CARRERA, Francisco. **Planeta Terra** – Uma abordagem de Direito Ambiental. Rio de Janeiro: Lumen Juris, 2001.

SEPÚLVEDA, Sergio. **Desenvolvimento Sustentável Microrregional**: Métodos para planejamento local. Brasília: IICA, 2005.

SIRVINSKAS, Luís Paulo. **Manual de direito ambiental**. São Paulo: Saraiva, 2002.

STRECK, Lenio Luiz e MORAES, Jose Luis Bolzan de.(orgs.). **Constituição, Sistemas Sociais e Hermenêutica**: anuário do programa de pós-graduação em Direito da Unisinos. Porto Alegre: Livraria do Advogado, 2010.

TOMA, Henrique E. **O mundo nanométrico**: a dimensão do novo século. São Paulo: Oficina de Textos, 2004.

VARELLA, M. D.; BORGES, R. C. B. (Orgs.). **O Novo em direito ambiental**. Belo Horizonte: Del Rey, 1998.

VIANA, Gilney; SILVA, Marina e DINIZ, Nilo. (Orgs.). **O Desafio da Sustentabilidade**: um debate socioambiental no Brasil. São Paulo: Ed. Fundação Perseu Abramo, 2001.

VIEIRA, Liszt. **Cidadania e Globalização**. Rio de Janeiro: Record, 1998.

VIOLA, E. J.; LEIS, H. R. A evolução das políticas ambientais do Brasil, 1971-1991: do bissetorialismo preservacionista para o multissetorialismo orientado para o desenvolvimento sustentável. In: HOGAN, D. J.; VIEIRA, P. F. (Org.). **Dilemas socioambientais e desenvolvimento sustentável**. Campinas: Unicamp, 1995.

VIOLA, E.; FERREIRA, L.da C. (Orgs.). **Incertezas de sustentabilidade na globalização**. São Paulo: Unicamp, 1996.