

CAMILA DE OLIVEIRA CAVALCANTI



*NANOCOSMÉTICOS: DA MANIPULAÇÃO ATÔMICA AOS DESAFIOS
REGULATÓRIOS*

Dissertação de mestrado apresentada no âmbito do 2.º Ciclo de Estudos em Direito da Faculdade de Direito da Universidade de Coimbra, na Área de Especialização em Ciências Jurídico-Políticas.

Menção: Direito do Ordenamento, do Urbanismo e do Ambiente

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Maria Alexandra Sousa Aragão

Coimbra – Portugal

Outubro de 2014

Aos meus pais, hoje e sempre.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus e à Virgem Maria, por todas as bênçãos derramadas em minha vida. Por serem um amparo certo e seguro na vida longe de casa e por dar-me disposição, discernimento e sabedoria diante dos obstáculos impostos diariamente no decorrer desta caminhada;

Agradeço a todos os professores que durante todos os estágios me serviram de estímulo, exemplo e incentivo. Fico reconhecida pela dedicação e por todos os conhecimentos compartilhados. Quero expressar o meu especial agradecimento à Doutora Maria Alexandra Aragão, por quem tenho imenso respeito e admiração. Ela instigou-me sempre a procurar novos caminhos e a pôr à prova as minhas capacidades, apresentando sugestões e tentando melhorar este projeto.

Agradeço ao meu pai por sempre acreditar nos meus objetivos e não medir esforços no dar a uma filha; por moldar o meu caráter e ter feito de mim uma pessoa honesta e fiel aos princípios, sempre ciente das minhas responsabilidades. Por me fazer sentir, através da sua dedicação, com uma obrigação que vai além à todas inerentes a este projeto, a obrigação de satisfazer, a altura, todas as expectativas apostadas. E, por conseguir dar-me todo o afeto, mesmo estando privada da sua presença física.

À minha mãe por todo o amor compartilhado, por todas as vezes que foi o meu melhor amparo e a minha maior companhia, mesmo estando distante. Por não me faltar em nenhuma vez que precisei na vida, pela educação e valores transmitidos e, principalmente, por simplesmente me ouvir, me fazer sentir amada e acreditar em mim;

Aos meus três irmãos, mas sem desmerecer o amor, a amizade e o carinho dos de nenhum deles, deixo uma palavra especial a Caio, por ser o meu maior exemplo na profissão que escolhi seguir, por sempre me orgulhar em suas conquistas e me instigar a tentar, ao menos, atingir um pouco do seu brilhantismo;

A toda a minha família, em especial às minhas tias, que me transmitem a extraordinária e indescritível sensação de possuir o amor de várias mães;

Aos meus padrinhos, os quais eu agradeço não apenas em seus nomes, mas a toda família Zíropoli que, como meu segundo lar na vida, foi sempre um porto seguro e fiel em todas as etapas desta caminhada;

A todas as minhas amigas – e por sorte tenho muitas e as melhores – tanto as que estão distantes, mas fazem parte de uma vida, quanto as que conquistei ao longo do

mestrado e que, de certo, também seguirão na vida comigo, por terem o condão de dar leveza aos meus dias, sempre me alegrando e transmitindo um sorriso fácil e certo no rosto.

LISTA DE SIGLAS

ABIHPEC – Associação Brasileira da Indústria de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária

CALTHECH – *California Institute of Technology*

CCE – Comissão das Comunidades Europeias

CE – Comunidade Europeia

CENARIOS[®] - *Certifiable Nanospecific Risk Management and Monitoring System*

EACH – Agência Europeia dos Produtos Químicos

ISO/TC – *International Organization for Standardization* – Comitê Técnico

MTI - *Massachusetts Institute of Technology*

N&N – Nanotecnologia e Nanociência

NIOSH – *National Institute of Occupational Safety and Health*

nm – Nanómetro (Unidade de Medida)

OGM – Organismos Geneticamente Modificados

RDC – Resolução de Diretoria Colegiada

REACH – Registro, Avaliação, Autorização e Restrição dos Produtos Químicos

STM – *Scanning Tunneling Microscope*

UE - *European Union*/União Européia

ÍNDICE

INTRODUÇÃO	7
PARTE I – NANOTECNOLOGIA: DA ALMEJADA MANIPULAÇÃO DO INVISÍVEL AO RISCO GLOBAL	14
1. Nanotecnologia: conceito e breve enquadramento histórico	14
2. Nanotecnologia como Ciência do Futuro: suas principais aplicações e seus efeitos predominantes	20
A) Produtos Têxteis.....	23
B) Meio Ambiente	24
C) Alimentos	27
D) Construção.....	30
E) Eletrônica.....	30
F) Medicina e Farmácia	31
G) Cosméticos	33
H) Outras Aplicações	33
2.1 Principais Efeitos Predominantes das Nanopartículas	34
3. Riscos e Benefícios Oriundos da Nanotecnologia	36
PARTE II – NANOCOSMÉTICOS INSERIDOS NO MERCADO: AUSÊNCIA DE REGULAMENTAÇÃO E NOVOS DESAFIOS.....	53
1. Cosméticos: Conceito e Evolução Histórica	53
1.1 Cosméticos no Brasil	55
1.2 Cosméticos na União Europeia	57
2. Nanocosméticos: considerações gerais.....	60
3. A Regulamentação – ou ausência de – aplicada aos nanomateriais contidos em cosméticos	65

4. Os Desafios Axiológicos da Introdução dos Nanocosméticos no Mercado de Consumo: um olhar sob a perspectiva das sociedades de risco.	67
5. O Estado de Direito Ambiental e o Dever de Atuação Diante dos Riscos e Incertezas Próprios das Sociedades Atuais	79
6. A Aplicação do Princípio da Precaução aos Nanocosméticos: o caminho para uma adequada gestão dos riscos.	92
6.1 Instrumentos Jurídicos para salvaguarda dos valores protegidos e aplicação do princípio da precaução	105
6.1.1 Necessidade de Proteção à Segurança dos Consumidores.....	105
6.1.2 Mecanismos de Informação aos Consumidores.....	109
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	113
BIBLIOGRAFIA	117

INTRODUÇÃO

A nanotecnologia consiste na manipulação da matéria em uma escala atômica ou molecular, assentando na formação de novas estruturas e dispositivos a níveis bastante reduzidos que variam de 1nm a 100nm (onde 1nm equivale a 1×10^{-9} parte de um metro).

Apesar de ter passado por um longo processo histórico de desenvolvimento, desde a sua idealização até à saída do campo das pesquisas e dos laboratórios e à sua subsequente materialização, a nanotecnologia pode ser atualmente encarada como uma realidade que entrou de maneira significativa no quotidiano social. Ela faz parte do dia-a-dia das pessoas, nomeadamente através de uma gama de produtos que já se encontram largamente difundidos no mercado.

É certo que a própria evolução da sociedade requer e busca, cada vez mais, o desenvolvimento de inovações científicas e tecnológicas. Fruto do aprofundamento dos conhecimentos e da investigação, tais inovações possuem mecanismos aptos a solucionar – ou pelo menos minorar – diversos conflitos da contemporaneidade, contribuindo, dessa forma, para a melhoria da qualidade de vida das pessoas.

É neste contexto que surgem as nanotecnologias com potencial para penetrarem em praticamente todos os setores produtivos, já que introduzem uma nova perspectiva relativamente à ruptura com antigos modelos disciplinares. Contribuem para a concretização de uma mudança efetiva de paradigma, baseada na convergência de conhecimentos de diversas disciplinas, com vista à criação de produtos e serviços aplicáveis a inúmeros campos da atividade produtiva. Assim, as nanotecnologias são uma boa resposta aos anseios das sociedades contemporâneas, no seio das quais os modelos disciplinares tendem a deixar de responder de maneira efetiva às questões relevantes. Ela aparece, nesse sentido, como a mais recente revolução tecnológica, baseada num modelo predominantemente interdisciplinar.

Os benefícios das nanotecnologias podem comprovar-se nos mais variados setores. Ressalte-se a possibilidade de salvar vidas através da criação de mecanismos capazes de fornecer o diagnóstico precoce de doenças. Mais concretamente na área farmacêutica, podem permitir a liberação controlada dos fármacos, reduzindo assim os efeitos secundários que eles causam. Mas, as aplicações estendem-se a outros setores: pense-se na introdução de novas características nos produtos têxteis, que passam a ser mais leves, resistentes e econômicos; na contribuição para a proteção ambiental, por

meio de sistemas capazes de reduzirem a poluição, de melhorar o tratamento da água, de explorar novas técnicas para o incremento de energias alternativas e renováveis, de mecanismos de controle de pragas e doenças dos alimentos. Através das nanotecnologias equaciona-se também a produção de cosméticos mais eficientes e multifuncionais, que conjuguem mais do que uma função no mesmo produto, conduzindo assim à obtenção de resultados mais eficazes e num menor lapso o de tempo.

Contudo, para além dos benefícios da nanotecnologia, não podemos esquecer que a redução de substâncias à escala nano lhe confere características distintas daquelas que elas apresentariam quando consideradas na escala macro. Assim, a partir da redução de escala, os materiais podem sofrer alterações nas suas propriedades naturais e reagirem, conseqüentemente, de maneira diferente da que reagiriam os materiais convencionais, podendo tornarem-se mais reativos, sofrer alterações na cor, aumentar a sua condutividade elétrica, possuir maior capacidade de penetração na pele, etc.

Ocorre que o surgimento destes novos materiais com propriedades distintas daquelas que teriam quando analisados em sua versão convencional fez, conseqüentemente, que aparecessem novos riscos e incertezas que suscitam novas preocupações e requerem uma especial atenção por se tratar de um campo de estudo recente e que em muito precisa sair do desconhecimento. Necessitando. Torna-se, então, necessária uma avaliação adequada para que os produtos não venham a causar danos nem para a saúde humana nem para o meio ambiente.

Não há dúvidas que o emergir de uma nova tecnologia implica no aparecimento de novas dúvidas acerca de até que ponto estas podem ser consideradas como benéficas ou não e quais os caminhos ideais a serem adotados para o direcionamento do avanço científico-tecnológico, de maneira que consiga-se aproveitar ao máximo o seu desenvolvimento útil e benéfico para a sociedade.

Cumprе salientar, neste ponto, que os riscos relacionados com o desenvolvimento científico e tecnológico são próprios do mundo contemporâneo, e são inerentes ao atual modelo social existente, das *sociedades de risco*¹, que possuem como característica serem desconhecidos à longo prazo, portadores de um elevado grau de

¹ Nas sociedades atuais, a natureza não pode ser dissociada da sociedade e a sociedade não pode ser pensada sem a natureza. A consequência central da modernidade social reside exatamente no fato de que não se podem compreender de maneira autônoma as questões relacionadas com a natureza. Desta forma, as destruições e ameaças ao meio ambiente passam a ser um componente integral da dinâmica social, econômica e política. BECK, Ulrich. *La Sociedad del Riesgo - Hacia una nueva modernidad*. Barcelona: Ediciones Paidós Ibérica, 1998.

incerteza e tendentes à globalização, sem respeitarem os limites territoriais de um só Estado².

Entendemos ser essencial realizar uma apresentação da nanotecnologia, para que haja um enquadramento do tema, por meio do qual tenhamos uma real percepção a respeito desta inovação tecnológica, percebendo qual é o seu potencial de aplicação, e de que maneira ela se reflete no quotidiano da sociedade. Interrogar-nos-emos ainda acerca das possíveis consequências de sua utilização. Consideramos relevante a compreensão da importância e das características peculiares dos nanomateriais, assim como entendemos ser importante a análise dos efeitos nocivos dos novos riscos, em que a avaliação e a gestão dos mesmos se tornam decisivas.

Tal apresentação torna-se indispensável em virtude de o tema ser abordado, na maioria das vezes, em relação direta com outras áreas do conhecimento – como a engenharia, a economia e a gestão –, descurando-se a reflexão sobre o seu impacto jurídico e social. Os estudos voltados para a questão são recentes, o que nos leva a esclarecer, desde já, que não buscamos aprofundar a temática nem alargá-la a diversos campos. O nosso objetivo é mostrar a relevância jurídica dos entraves provenientes da nanotecnologia e, de forma mais específica, dos nanocosméticos inseridos no mercado. Na maioria das vezes, há um total desconhecimento sobre eles, não se sabendo em que produtos estão presentes nem quais as suas reações. Para que, assim, entendamos qual o papel do Estado de Direito Ambiental na proteção dos valores jurídicos envolvidos.

A importância dos valores jurídicos em questão no que diz respeito a utilização de produtos cosméticos à base da nanotecnologia e, conseqüentemente, os potenciais riscos da sua exposição, pode ser visualizada devido ao fato destes encontrarem-se constitucionalmente consagrados. Assim, há que se levar em consideração, para a resolução dos conflitos existentes entre estes valores, a relevância dos valores jurídicos face a cada caso concreto. Os conflitos envolvem, de maneira direta, a dupla relação existente entre o valor estético e o valor da saúde humana e o valor estético *versus* o

² Podemos dizer que hoje em dia se verifica uma desnacionalização, pelo que passa a existir uma complexa atribuição de responsabilidades preventivas referentes aos riscos das sociedades atuais, que não são atribuídas de maneira exclusiva e independente a um único Estado. É o que pode ser comprovado com o desenvolvimento tecnológico que, ao introduzir novos riscos, “geram novos deveres para os Estados de Direito Ambiental, são riscos globais, não só pela sua magnitude e abrangência geográfica, mas também pelos interesses mediáticos que suscitam”. ARAGÃO, Alexandra. *A Prevenção de Riscos em Estados de Direito Ambiental na União Europeia*. In: Temas de integração. Coimbra. Sem. 1-2, nº 31-32 (2011), p. 123-160. Arquivo Eletrónico. Disponível em: <http://www.ces.uc.pt/aigaion/attachments/Prevencao%20de%20Riscos%20em%20Estados%20de%20Direito%20Ambiental.pdf1a14060ed87cb105d54a17036cac71fa.pdf>

valor ambiental. Indiretamente, mas não menos importantes, é o dever do Estado de não garantir apenas mas de impulsionar também o desenvolvimento econômico e tecnológico. Além disso, como materialização da liberdade humana, deve fomentar o livre exercício da autonomia da vontade das pessoas na escolha da assunção de certos riscos e dos produtos que desejam consumir.

Para além dos conflitos entre os valores constitucionais mencionados, que se dão no âmbito intrageracional, ou seja, versam sobre interesses atualmente conflitantes, que ocorrem na esfera vivenciada pelas gerações presentes. São de extrema relevância e devem ser amplamente considerados, os interesses das gerações que hão de vir³.

Surgem, neste ponto, os conflitos intergeracionais, entre os interesses das gerações presentes e a necessidade de proteção dos recursos existentes a disponibilizar às gerações futuras, uma vez que “as gerações presentes não podem deixar para as futuras gerações uma herança de déficits ambientais ou do estoque de recursos e benefícios inferiores aos que receberam das gerações passadas⁴. Desta forma, o interesse das gerações atuais em explorar ao máximo a inovação tecnológica e, no caso em análise, fazer uso indiscriminado dos nanocosméticos, coloca em risco a proteção dos interesses das gerações futuras e o seu acesso, em iguais condições, aos recursos atualmente disponíveis.

Facilmente se compreende esta tensão, pois, apesar de não haver certezas absolutas quanto aos danos causados pela utilização destes produtos, há estudos que indicam que os nanomateriais possuem maior potencial de penetração cutânea. Nesse sentido, pouco se sabe a respeito dos níveis da pele são capazes de penetrar, sendo prudente que questionemos se estes produtos quando utilizados por uma mulher gestante, e caso atinjam níveis profundos da pele e circulem na corrente sanguínea, são capazes de atingir e prejudicar ou não o feto. Outro exemplo é através da eliminação destes produtos, muitas partículas poderão acumular-se inadequadamente no meio ambiente e virem a afetar toda a cadeia alimentar.

³ A obrigação de proteção do meio ambiente pra as gerações futuras pode ser visualizada, por exemplo, na Declaração de Estocolmo de 1972 sobre o Ambiente e o Desenvolvimento que determina: “O homem tem o direito fundamental à liberdade, à igualdade e ao gozo das condições de vida adequadas, num ambiente de qualidade que lhe permita levar uma vida com dignidade e bem-estar, e é portador de uma obrigação solene de proteger e melhorar o meio ambiente, para as gerações presentes e futuras”. Arquivo Eletrônico. Disponível em: http://www.apambiente.pt/_zdata/Políticas/DesenvolvimentoSustentavel/1972_Declaracao_Estocolmo.pdf

⁴ SAMPAIO, José Adércio Leite; WOLD, Chris; NARDY, Afrânio. *Princípios de Direito Ambiental – na dimensão internacional e comparada*. Belo Horizonte, Del Rey Editora, 2003, p. 57.

Assim, temos que é de suma importância para os intérpretes nas tomadas de decisões entenderem o quadro instaurado pela nanotecnologia e, conseqüentemente e de maneira mais específica, aquele com relação a livre circulação de nanocosméticos no mercado. Os conflitos sociais que surgem com o aparecimento destes novos riscos são de extrema relevância jurídica e, necessariamente, requerem a criação de instrumentos e políticas capazes de lidar com esta situação de incerteza, além de respostas jurídicas voltadas para uma adequada gestão preventiva dos riscos e garantia de um meio ambiente sustentável.

É certo que o uso de produtos cosméticos convencionais já representa para o sistema judiciário uma série de ações em face das empresas responsáveis devido ao incumprimento, por parte destas, de diversas obrigações para com a introdução dos produtos no mercado.

Isto pode acontecer, por exemplo, pela ausência de informações necessárias nas embalagens no que toca o modo correto de utilização e os riscos de danos à saúde dos produtos; ausência de testes que garantam a segurança dos produtos; introdução de alguma substância não permitida por lei ou utilização da substância em quantidade superior aquela permitida; ausência de informação no que tange a presença de determinada substância no produto⁵.

Neste contexto, faz-se mister frisar que a inexistência de um aparato regulatório com relação aos nanocosméticos traz a baila um problema jurídico de máxima relevância no diz respeito a possibilidade concreta de que a ausência de uma gestão preventiva e precaucional adequada destes produtos venha a gerar conflitos sociais futuros que exponha, para além dos potenciais efeitos tanto para a saúde quanto para o

⁵ Vale demonstrar neste ponto, apenas a título exemplificativo, uma decisão recente do Tribunal de Justiça do Rio Grande do Sul onde resta claro o potencial dos cosméticos em causar prejuízos à saúde humana frente a ausência de informação com relação a determinadas substâncias e seus potenciais riscos - APELAÇÃO CÍVEL. RESPONSABILIDADE CIVIL. ACIDENTE DE CONSUMO. INFORMAÇÕES INSUFICIENTES QUANTO AOS RISCOS DA UTILIZAÇÃO DE PRODUTO COSMÉTICO. REAÇÃO ALÉRGICA. CONFIGURAÇÃO DO DEVER DE INDENIZAR. Caso dos autos em que a autora sofreu forte reação alérgica pela utilização de dois esmaltes fabricados pela ré. À luz das disposições do Código de Defesa do Consumidor, é objetiva a responsabilidade do fabricante por dano decorrente de fato do produto, bem como é dever do fabricante informar acerca dos riscos do produto à saúde e segurança dos consumidores, especialmente quando o seu uso do pode causar graves danos. Prova dos autos que demonstra a falta de informações adequadas quanto aos riscos do produto, notadamente com relação à existência de componente que podem causar reação alérgica. Configuração do dever de indenizar. Danos morais in re ipsa. QUANTUM INDENIZATÓRIO. CRITÉRIOS. Valor da condenação fixado de acordo com as peculiaridades do caso concreto, bem como à luz dos princípios da proporcionalidade e razoabilidade, além da natureza jurídica da condenação. Precedentes jurisprudenciais. RECURSO PROVIDO. (TJ-RS - AC: 70057545832 RS , Relator: Tasso Caubi Soares Delabary, Data de Julgamento: 18/12/2013, Nona Câmara Cível, Data de Publicação: Diário da Justiça do dia 20/01/2014). Arquivo Eletrônico. Disponível em: <http://www.tjrs.jus.br/site/>

meio ambiente, o sistema jurídico a uma série de demandas originadas pela inércia estatal diante da inexistência de certeza científica quanto a segurança das substâncias em escala nanométrica contidas nos produtos.

Perante isto, cabe ao Estado de Direito Ambiental o exercício de uma gestão preventiva dos riscos e, assim assumir a responsabilidade pela proteção destes valores, devendo prevenir os riscos ambientais e evitar a concretização de efeitos prejudiciais, principalmente aqueles que podem acarretar consequências irreversíveis. Este dever do Estado é notório tendo em vista a importância dos valores afetados, a amplitude do dano e a tendência de irreversibilidade que comportam, já para não falar do impacto que os comportamentos de hoje têm nas gerações futuras.

No entanto, não cabe ao Estado prevenir a ocorrência de riscos, pois a própria existência humana já acarreta riscos para a sociedade, sendo impossível atingir-se o *risco-zero*⁶.

A fim de solucionar tal questão, há critérios para a identificação dos limites de tolerância na sociedade de risco, ou seja, estão fixados quais são os riscos aceitáveis, aos quais o Estado pode abster-se de intervir e, quando excedidos estes limites, possuem o dever de agir ativamente na sua prevenção.

Tais critérios giram em torno da probabilidade de ocorrência do dano tendo em vista que, em face da ausência de certezas científicas, são os estudos probabilísticos que guiarão a atuação do Estado e o seu dever de adotar as medidas necessárias para a prevenção dos riscos e a potencialidade dos seus efeitos danosos, de modo que devem ser prevenidos todos os riscos que tenham capacidade de causar danos significativos – graves, irreversíveis e duradouros - e, neste ponto, considera-se que “se a saúde humana puder ser afetada, não haverá dúvidas em qualificar os danos ambientais como graves⁷”.

Na adoção de medidas preventivas, o Estado deve ter presente a *justiça temporal*, ou seja, merecem salvaguarda não são só os danos atuais que lesam as gerações de hoje, mas os efeitos futuros, a fim de que sejam respeitados os direitos das

⁶ Neste sentido, Carla Amado Gomes, entende que “não há vida sem risco, porque não há vida (no sentido psíquico e não meramente fisiológico) sem liberdade”. Com efeito, a ação do Estado para evitar todo e qualquer risco, para além das suas impossibilidades financeiras, implica uma restrição à própria liberdade humana. GOMES, Carla Amado. *Risco e Modificação do Acto Autorizativo Concretizador de Deveres do Ambiente*. Dissertação em Doutoramento em Ciências Jurídico-Políticas. Faculdade de Direito da Universidade de Lisboa. Lisboa, 2007, p. 245.

⁷ ARAGÃO, Alexandra. *A Prevenção de Riscos em Estados de Direito Ambiental na União Europeia*. [...]. Op. Cit., p.28.

gerações vindouras, por meio de medidas não apenas preventivas, mas também precaucionais, para evitar a consumação de danos irreversíveis. Além disso, tem de acionar uma *justiça ecológica*, pois não podemos supervalorar determinados danos em detrimento de outros igualmente importantes. Este aspecto está ligado à igualdade interespecies como, por exemplo, quando há uma maior proteção aos danos humanos e ignora-se a relevância dos demais danos sofridos pelo meio ambiente como um todo⁸.

⁸ ARAGÃO, Alexandra. *A Prevenção de Riscos em Estados de Direito Ambiental na União Europeia*. [...]. Op. Cit., p.35.

PARTE I – NANOTECNOLOGIA: DA ALMEJADA MANIPULAÇÃO DO INVISÍVEL AO RISCO GLOBAL

1. Nanotecnologia: conceito e breve enquadramento histórico

Quando falamos em inovação, no surgimento de novas tecnologias e, com elas, no aparecimento de inúmeros produtos e serviços, é comum vir-nos à mente todas as questões que este processo de conhecimento, investigação e consequente aplicação destas novas técnicas implicará no cotidiano da sociedade.

Como é sabido, o avanço tecnológico é fruto de um longo e histórico processo de desenvolvimento de novos conhecimentos e artefatos que servem de suporte às tecnologias atuais e, por conseguinte, para seu aperfeiçoamento e formação das tecnologias que hão de vir que, por ora, ainda estão a ser mentalizadas e cuidadosamente investigadas por aqueles que, com capacidades imaginativas além da média da sociedade, são mentores de ideias que serão materializadas apenas anos – ou décadas – depois de terem sido idealizadas, e, por se inserirem de maneira tão natural em nosso dia-a-dia, não nos permite compreender com a devida acuidade os percalços desta trajetória de criação-difusão⁹.

Há muitos anos estamos sendo espectadores do surgir de uma nova esfera da evolução do aprofundar da atividade científica que aparece com a expectativa de nos proporcionar uma gama de novas tecnologias capazes de percorrer, em virtude do seu enorme leque de possibilidades de criação, os mais diversos campos de produção e de nos trazer ferramentas aptas á solucionar, ou pelo menos minorar, inúmeros problemas enfrentados pela sociedade atual.

Ao passo que estas novas tecnologias emergem, torna-se necessária a criação de um contexto social favorável à sua integração. Não basta interligá-las com os interesses econômicos que as acompanham. Deve haver uma maior preocupação com a pesquisa e a investigação, bem como a adaptação às normas legais atinentes ao seu desenvolvimento. Acresce a isto a necessidade de conhecer e reduzir seus os potenciais riscos, controlando de forma efetiva a sua atividade. Deste modo, estabelecer-se-á um

⁹ JUNIOR, Jorge Luiz dos Santos. *Ciência do Futuro e Futuro da Ciência – redes e políticas de nanociência e nanotecnologia no Brasil*. Editora UERJ. Rio de Janeiro, 2013. p 22.

contexto satisfatório para que as novas tecnologias sejam consolidadas e direcionadas para a resolução de conflitos existentes na sociedade¹⁰.

A nanotecnologia aparece como uma destas novas tecnologias promissoras da atualidade. Sua atividade decorre do controle e da manipulação da matéria à escala dos átomos e das moléculas e é hoje a materialização de conhecimentos e investigações que perpassaram um longo processo de desenvolvimento. Para que possamos compreender o atual estágio da nanotecnologia é essencial que façamos uma viagem no tempo e entendamos a maneira como os conhecimentos acerca dos átomos foram evoluindo no curso da história.

Muito antes de os átomos serem conhecidos enquanto tal, ainda na antiguidade, o homem já demonstrava preocupações com o comportamento e a composição da matéria. Várias suposições foram criadas, mas foi *Leucipo de Mileto* o primeiro filósofo a propor que a matéria era composta por pequenas estruturas que seriam sua parte indivisível, às quais seu discípulo, *Demócrito de Abdera*, deu-lhe a denominação de átomo¹¹.

Embora tenham sido elaboradas diversas teorias acerca da existência atômica, tais suposições foram bastante criticadas pelo meio científico da época, pairava em torno da existência de partículas atômicas no interior da matéria uma total incredulidade. Mesmo diante deste quadro de incerteza e de ausência de mecanismos suficientes para sua comprovação, várias teorias para descrever o átomo foram formuladas, dentre as quais merece destaque a de *John Dalton* que defendia que a matéria é composta por pequenas partículas, os átomos, e que estes quando agrupados formam unidades maiores, as moléculas, que, de acordo com as porções em que forem combinadas, são capazes de formar outros diversos componentes químicos. A teoria atomista ganha força a partir da tese de doutoramento de Albert Einstein, em 1905, na

¹⁰ É importante frisar que adotamos, na análise da inovação tecnológica, a perspectiva proposta por *Bruno Latour*, da sociologia construtivista, em que a prática e o desenvolvimento da inovação não devem envolver apenas fatores econômicos. Para que haja a inovação se consolide, é importante interligá-la com fatores não econômicos, como, por exemplo, a compatibilização desta com o contexto social em que está inserida.. ANDRADE, Thales de. *Inovação Tecnológica e Meio Ambiente: a construção de novos enfoques*. Ambiente & Sociedade. Vol. VI I nº. 1 jan./jun. 2003. Arquivo Eletrônico. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/asoc/v7n1/23538>

¹¹ A palavra átomo, de origem grega, provem de *á* = sem e *temnō* = cortar, ou seja, significa aquilo que não pode ser quebrado em partes, que é indivisível.

qual o cientista explicou o movimento browniano como sendo o movimento aleatório das partículas como consequência da colisão entre os átomos ¹².

No entanto, foi por intermédio dos experimentos realizados por *Ernest Rutherford* que a ideia da indivisibilidade do átomo deixou de fazer sentido.. Embasado na descoberta de *Joseph John Thomson* acerca da existência de partículas negativas nos átomos (os elétrons), Rutherford encontrou um pequeno núcleo no centro do átomo, no qual, de acordo com o que afirmou *Niels Bohr* dois anos depois, os elétrons orbitam à sua volta.

O desenvolvimento de estudos mais precisos a respeito do comportamento e das características dos átomos foi impulsionado pelo surgimento de novos mecanismos viabilizadores. Novos métodos e equipamentos foram sendo adotados e aprimorados pela ciência. Os estudos voltaram-se não só para o conhecimento da composição da matéria, mas também para a sua manipulação.

A ideia de podermos manipular a matéria à escala atômica ou molecular ganha consistência a 29 de dezembro de 1959, quando o físico norte-americano Richard Phillips Feynman, durante o encontro da Sociedade Americana de Física, no Instituto de Tecnologia da Califórnia (Caltech), proferiu a conferência intitulada “*There’s Plenty of Room at the Bottom*”. Hoje é considerada um marco histórico para a evolução das nanotecnologias. Feynman pretendia alertar para a possibilidade de se manipular e controlar as coisas numa escala muito reduzida, a escala atômica, uma vez que, segundo o autor, se conhecêssemos os átomos poderíamos arranjá-los da maneira que desejássemos¹³.

De acordo com o mesmo cientista, desde que os estudos da época se voltassem para este campo do saber e que os microscópios eletrônicos fossem aperfeiçoados, seria possível, respeitadas todas as leis da natureza, dispor a matéria numa escala muito pequena, o que permitiria que fosse usada para inúmeras aplicações técnicas. Segundo ele, não se tratava de violar qualquer lei, mas sim de algo que, a princípio poderia ser

¹² DURÁN, Nelson; MATTOSO, Luiz Henrique Capparelli e MORAIS, Paulo César. *Nanotecnologia: introdução, preparação e caracterização de nanomateriais e exemplos de aplicação*. São Paulo. Artliber Editora, 2006, p. 15.

¹³ FEYNMAN, Richard Phillips. (1959), *There’s Plenty of Room at the Bottom, An Invitation to Enter a New Field of Physics*. Onde afirmou: “*I would like to describe a field, in which little has been done, but, in which an enormous amount can be done in principle.(...) What I want to talk about is the problem of manipulating and controlling things on a small scale.(...) It is a staggeringly small word that is blow. (...)What would happen if we could arrange the atoms one by one the way we want them*”. Arquivo Eletrônico. Disponível em: <http://www.zyvex.com/nanotech/feynman.html>.

feito, mas que, na época não existiam meios viabilizadores suficientes. O cientista desafiou os espectadores para a possibilidade de escrevermos os 24 volumes inteiros da Enciclopédia Britânica na cabeça de um alfinete, onde a concretude desta afirmação estava na criação de instrumentos que fossem capazes de reduzir o texto a uma escala muito pequena. Para este cientista, poderia ser colocada uma quantidade enorme de informações em espaços extremamente pequenos. Enfatizou, também, em conformidade com a ideia lançada já no título da sua palestra que haveria uma infinidade a serem descobertas e criadas a partir da manipulação atômica, e que sua exploração era não somente viável, mas inevitável e proporcionaria a criação de inúmeros dispositivos úteis em todos os ramos do conhecimento.

No entanto, a palavra que é hoje utilizada para denominar esta ciência de manipulação à escala nanométrica idealizada por Feynman, a expressão *nanotecnologia*, foi empregada pela primeira vez apenas em 1974, pelo professor da Universidade de Ciências de Tóquio, Norio Taniguchi, que fez uso do termo para narrar a fabricação precisa de novos materiais com escalas nanométricas.

Conforme já havia sido proposto por Feynman, e tendo em conta os mecanismos existentes à época, o progresso da nanotecnologia estaria estritamente ligado a sofisticação dos microscópios existentes. Apesar de esse aspeto ter sido evocado em 1959, só várias décadas mais tarde é que a nanociência se consolidou como um proficiente campo de investigação. Foi através da criação do *microscópio eletrônico com efeito túnel* (“scanning tunneling microscope – STM), inventado pelos físicos Heinrich Rohrer e Gerd Binnig no ano de 1981, que se tornou possível visualizar e manipular os átomos de maneira individual. Com a criação do STM, as nanociências ganham um impulso extraordinário. A tecnologia utilizada desde o seu primeiro protótipo tem evoluído consideravelmente, dando-se azo à criação de um campo de desenvolvimento da tecnologia mais amplo. Com efeito, tornou-se possível “ver os átomos ao vivo e não apenas lê-los como palavras (à lá Demócrito) ou vê-los como bolas pintadas num livro (à lá Dalton)¹⁴”. “O átomo agora salta aos olhos dos cientistas, não somente por seu movimento independente, mas pelos vislumbres das possibilidades

¹⁴ FIOLEAIS, Carlos. *Nanotecnologia: o futuro vem aí*. Departamento de Física e Centro de Física Computacional da Universidade de Coimbra. Arquivo Eletrónico. Disponível em: <https://estudogeral.sib.uc.pt/bitstream/10316/12377/1/NANOTECCNOLOGIA.pdf> . Página 6.

de se construir novos elementos por meio da manipulação atômica. O que era difícil de ser visto passa agora a ser manipulado¹⁵”.

Podemos, a título de hoje, constatar que Feynman nos falava com a propriedade de quem detinha toda razão. A materialização dos devaneios ditos pelo cientista em sua palestra pode ser nitidamente observada nas mais diversas aplicações presentes no cotidiano social. Ousamos dizer que àquilo que foi dito outrora, encontra-se, atualmente, não apenas incutido nas mais variadas aplicações da ciência, mas superou em muito as expectativas criadas em torno do seu potencial de aplicação e desempenho.

O exponencial crescimento da nanotecnologia e a sua difusão no cotidiano da sociedade gerou uma preocupação em torno da questão e ganhou relevo não só no campo das investigações científicas, mas também das pesquisas acadêmicas voltadas para a matéria. O primeiro artigo científico que se debruçou sobre esta temática foi escrito por Kim Eric Drexler, investigador do Instituto de Tecnologia de Massachusetts – MIT, que tem orientado os seus estudos para as nanotecnologias e para as suas formas de implementação, procurando ser úteis e voltar a sua atuação para a resolução de problemas à escala global¹⁶⁻¹⁷.

Ao analisarmos, epistemologicamente, a palavra *nanotecnologia*, podemos constatar que o prefixo *nano* deriva do latim *nanus* e do grego *nánnos* ou *nânos* que significa anão. A palavra é comumente empregada para remeter a ideia de algo extremamente pequeno. Adotada pela 11ª Conferência Geral de Pesos e Medidas, a palavra nano também pode ser utilizada como unidade de medida, onde um nanômetro será equivalente a bilionésima parte de um metro. As nanoestruturas são tão pequenas que o diâmetro de um fio de cabelo é dezenas de mil vezes maior que um nanômetro

¹⁵ JUNIOR, Jorge Luiz dos Santos. *Ciência do Futuro [...]* Op. Cit. p. 26.

¹⁶ Kim Eric Drexler é o autor de obras significativas como, por exemplo, *Engines of Criation: The Coming Era of Nanotechnology* e foi o primeiro a adquirir o título de doutor em nanotecnologia molecular, defende a hipótese de que, uma vez sendo criadas máquinas capazes de se autoarrajarem e, por meio da sua utilização e programação de maneira adequada, seria possível a produção em massa de dispositivos melhores e mais complexos, que, através dessas máquinas, se autorreplicariam em um número infinito de cópias idênticas, ou seja, nanomáquinas capazes de formar em larga escala macro objetos átomo á átomo. LOBO, Rui Filipe Marmont. *Nanotecnologia e Nanofísica – conceitos de nanofísica moderna*. Escola Editora. 2009, p.19.

¹⁷ Além dos marcos históricos narrados no texto, não menos importante, também, é a descoberta, no ano de 1986, por Richard Smalley, dos fulerenos (*buckminster ou buckyballs*) que abriu portas para a síntese de diversos compostos, além de conduzir à importante descoberta dos *nanotubos de carbono* que estão são altamente resistentes e, atualmente, compõem diversos materiais.

(1nm). Um outro exemplo ainda mais cristalino: um vírus, impossível de ser visto a olho nu, mede cerca de duzentos nanômetros (200nm)¹⁸.

Neste sentido, a nanotecnologia pode ser entendida como a tecnologia aplicada à manipulação da matéria através de uma escala atômica ou molecular. Ela assenta na formação de novas estruturas e dispositivos a níveis muito pequenos, para os tornar inovadores e eficientes. Para Salamanca-Buentello, a atividade nanotecnológica deve se compreendida como o “estudo, design, criação, síntese, manipulação e aplicação funcional de materiais, equipamentos e sistemas através do controle da matéria na escala nanométrica (de um a 100 nanômetros, onde um nanômetro equivale a 1×10^{-9} parte de um metro), isto é, no nível atômico e molecular; além da exploração dos fenômenos e propriedades originais da matéria nessa escala¹⁹”.

Já a Comissão das Comunidades Europeias, aquando da formulação de estratégias a serem adotadas pela Europa acerca das nanotecnologias, entende que o termo deve ser adotado para designar “a ciência e tecnologia à escala nanométrica dos átomos e das moléculas e os princípios científicos e as novas propriedades que podem ser compreendidos e dominados ao trabalhar neste domínio. Essas propriedades podem então ser observadas e exploradas à escala microscópica ou macroscópica, por exemplo, nomeadamente para o desenvolvimento de materiais e dispositivos com funções e desempenhos inovadores²⁰”.

A nanotecnologia procura, através da junção de um vasto conjunto de conhecimentos científicos interdisciplinares, criar novos materiais e desenvolver novos produtos e dispositivos por meio da ligação dos átomos, um a um, de maneira tão específica, precisa e individual que jamais se poderá estudar em simultâneo uma vasta quantidade de partículas²¹.

Como um novo paradigma tecnológico, sobrepõe-se às demais tecnologias emergentes, em virtude da maneira como são preparadas as estruturas fundamentais. Há dois métodos principais para a formação destas nanoestruturas, a saber: o método *top down*, que se desenvolve através de uma construção de cima para baixo, ou seja,

¹⁸ TOMA, H. E.; ARAKI K. 2005. *O Gigantesco e Promissor Mundo do Muito Pequeno*. Instituto Ciência Hoje. Arquivo Eletrônico. Disponível em: http://cienciahoje.uol.com.br/revista-ch/revista-ch-2005/217/pdf_aberto/nano.pdf

¹⁹ SALAMANCA-BUENTELLO, F. et al. *Nanotechnology and the developing world*. **In:** PLoS Medicine, 2005, vol. 2, p.97.

²⁰ COMISSÃO DAS COMUNIDADES EUROPEIAS, *Comunicação da Comissão para uma Estratégia Europeia sobre Nanotecnologias*. Bruxelas, 2004, p.4. Arquivo Eletrônico. Disponível em: http://ec.europa.eu/nanotechnology/pdf/nano_com_pt.pdf

²¹ FIOLHAIS, Carlos. *Nanotecnologia* [...] Op. Cit. p. 1.

esculpindo a estrutura de maneira a eliminar seus excessos. Já o método *bottom up*, constrói-se de baixo para cima, através da organização átomo a átomo ou molécula por molécula até atingir a estrutura desejada, ou seja, a parte da sua menor estrutura até formar os nanodispositivos pretendidos.

Constatamos assim que passaram décadas até à formulação das primeiras suposições sobre a possibilidade de manipulação atômica. Contudo, vislumbramos que aquilo que em tempos foi alvo de contestação por comportar um avanço tecnológico. Estamos a viver a época da materialização desta tecnologia do futuro, a nanotecnologia, que deixou de fazer parte apenas dos laboratórios científicos para virar realidade e adentrar a vida cotidiana da sociedade com um potencial extraordinário.

2. *Nanotecnologia como Ciência do Futuro: suas principais aplicações e seus efeitos predominantes*

A ciência é de exponencial contributo para o evoluir da sociedade. O desenvolvimento da atividade científica ocorre através do aprofundar das pesquisas, análises e experimentos com o objetivo de compreender e orientar a natureza e as atividades humanas, propiciando, assim, a descoberta de novos artefatos capazes de impulsionar a inovação. Deste avanço dos conhecimentos científicos é que surgem as novas tecnologias, como forma de aplicação destes conhecimentos a determinado ramo de atividade, estas são essências para o progresso natural da sociedade²².

Neste contexto, torna-se necessário que voltemos nossa atenção para a nanociência e a nanotecnologia (N&N), propulsoras da mais recente revolução tecnológica²³, possuem enorme potencial inovador e, para melhor compreendê-las, não

²² DURÁN, Nelson; MATTOSO, Luiz Henrique Capparelli e MORAIS, Paulo César. *Nanotecnologia* [...] Ob. Cit p.14-25.

²³ Importa, neste ponto, compreendermos o fato de considerarmos – em concordância com o entendimento majoritário – a nanotecnologia como promissora da mais recente revolução tecnológica. A aceitação da nanotecnologia como uma revolução tecnológica esta relacionada com o fato do emergir desta representar uma real e concreta mudança de paradigma. A mudança de paradigma implica que haja um paradigma anterior que seja dominante e que sofra uma ruptura nos padrões de desenvolvimento impostos por esta e a aceitação de novas práticas. Para tanto, faz-se essencial que estas novas práticas tenham a capacidade de penetrar em todo o setor econômico alterando as estruturas produtivas existentes, de forma que a sua difusão reflita no sistema organizacional de maneira ampla, englobando novos efeitos econômicos, sociais e ambientais, além de gerar, também, novas incertezas.

Ocorre que, para alguns estudiosos a nanotecnologia representa uma inovação incremental, ou seja, uma continuidade no avanço científico e tecnológico que perpassou um longo processo histórico de acumulação de conhecimentos e não, uma inovação radical, que seja capaz de acarretar uma nova revolução científica oriunda da mudança de paradigma. Para nós, o caráter revolucionário da nanotecnologia este, exatamente, interligado com este acúmulo de conhecimentos, no entanto, analisados e materializados por uma nova perspectiva, a convergência de tecnologias para a formação de produtos e

podemos deixar de entender de maneira concreta a ligação existente entre esta tecnologia à escalas tão reduzidas e a ciência que orbita ao seu redor.

A nanociência é a ciência que destina seus estudos à criação de novos mecanismos e aparatos capazes de manipular a matéria átomo por átomo ou molécula por molécula, consiste na possibilidade de se controlar a forma, o tamanho e as propriedades da matéria. Através do desenvolvimento desta atividade científica temos a nanotecnologia, que nada mais é do que o produto deste conjunto interdisciplinar de conhecimentos nanocientíficos²⁴. Através da nanotecnologia temos a materialização, ou seja, a aplicação das técnicas que perpassaram por um longo processo evolutivo de estudos científicos para a criação dos mais distintos produtos e serviços voltados para fins industriais.

O que se percebe, atualmente, é que os assuntos emergentes tendem a serem àqueles que possuam como característica a interdisciplinaridade, campos que não se destinem a apenas uma determinada área do conhecimento, mas sim que possam ser abordados numa perspectiva ampla, através da junção de conhecimentos diversos. No mundo contemporâneo, faz-se indispensável o emergir de assuntos que conjuguem ciência e tecnologia com as demandas atuais da sociedade²⁵. Neste viés, é certo afirmar que a nanotecnologia vem contribuindo de maneira significativa, devido a sua atuação ocorrer de maneira ampla e interdisciplinar, esta não aparece como uma tecnologia específica, mas como um conjunto de técnicas que convergem conhecimentos oriundos de uma série de disciplinas como Física, Química, Biologia, Informática, Engenharia de Materiais.

O caráter revolucionário das N&N está diretamente relacionado aos valores agregados a estas. Seu grande potencial pode ser vislumbrando em virtude das

serviços com potencial de penetrabilidade em inúmeros campos do conhecimento e diversos setores da atividade produtiva. De modo que “talvez não esteja ocorrendo uma ruptura epistemológica, nem uma mudança de trajetórias tecnológicas. O que parece haver é uma explosão na capacidade de gerar novos conhecimentos, novas ideias e novas inovações a partir da união de tecnologias que há muito vêm se desenvolvendo. Assim, os sonhos científicos (que não são novos) se tornam possíveis através dessa conjunção de novas ideias, rotinas e artefatos”. Neste norte, temos que a nanotecnologia representa uma nova visão convergente acerca do desenvolvimento, que incorre em fortes incertezas quanto a sua aceitação, seus riscos, suas possibilidades científicas, tecnológicas e econômicas, fator que, cumulado com seu potencial de penetração, já a caracteriza como um novo paradigma de construção do conhecimento, marcado pela ruptura com o modelo predominantemente disciplinar, para a predominância de novas estruturas científicas interdisciplinares. JUNIOR, Jorge Luiz dos Santos. *Ciência do Futuro* [...] Ob.Cit pp. 59-73.

²⁴ JUNIOR, Jorge Luiz dos Santos. *Ciência do Futuro* [...] Ob.Cit., p.29.

²⁵ SIQUEIRA-BATISTA, Rodrigo e outros. *Nanociência e Nanotecnologia como Temáticas para Discussão de Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente*. In: *Ciência e Educação*. Bauru, 2010, p.482. Arquivo Eletrônico. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-73132010000200014>

nanotecnologias não representarem um mercado em si, mas uma cadeia de valor, com possibilidade de penetração nos mais diversos setores, tanto científicos quanto de atividade produtiva²⁶. As possibilidades de exploração das nanotecnologias são infinitas, ela traz consigo uma multiplicidade de usos e é responsável pela criação de um leque de produtos menores, mais leves, mais eficientes e com significativa redução em seu custo de produção, surgem como algo que tem o condão de fazer mais por menos²⁷. Os produtos passam a ser multifuncionais e economicamente mais viáveis.

Certamente, ao longo dos anos, pouquíssimas indústrias irão conseguir se esquivar desta evolução tecnologia, com um enfoque radicalmente novo no processo de produção, estas ocasionarão inovações em praticamente todos os setores. As empresas que não aderirem às inovações trazidas pela nanotecnologia terão o desafio de lidar com uma competitividade futura desleal quando comparadas a empresas que incorporaram tais avanços no seu processo produtivo²⁸. Como já fora mencionado anteriormente, este fato ocorre em virtude da capacidade que a nanotecnologia tem de trazer novas funções e propriedades para os produtos, tornando-os mais rentáveis, úteis e eficazes.

A nanotecnologia vem crescendo em um ritmo acelerado, seu potencial já pode ser observado em grande parte dos principais setores da indústria. Desta maneira, os conhecimentos científicos ganham espaço no cotidiano da sociedade, “A ciência e a tecnologia não se restringem mais a grandes laboratórios, mas, ao contrário, estão presentes em nosso dia a dia, nos mais diferentes matizes²⁹”.

Tida como a mais recente revolução tecnológica, esta traz consigo fortes influências sócio-econômicas, movimentando a economia de maneira significativa e figurando como uma das áreas que vem chamando a atenção e atraindo investimentos em todo o mundo. Sua dispersão ganhou uma dimensão global e, atualmente, tem atraído grande parcela dos recursos públicos destinados à tecnologia.

Para além dos investimentos na área, e num ritmo não menos intenso, estão às vendas dos produtos com algum tipo de nanotecnologia. Estudos indicam que houve,

²⁶ MARTINS, Paulo Roberto (org.). *Nanotecnologia, sociedade e meio ambiente. Segundo Seminário Internacional*. São Paulo, Editora Xamã, 2005, p.42.

²⁷ DELGADO RAMOS, Gian Carlo. *El paradigma económico de la nanotecnología*. Revista de Comércio Exterior, Vol. 57, N.º 7, Julio, 2007, p.546

²⁸ MOORE, Graham. *Nanotecnologia em embalagens*. Coleção Quattor, vol. 2, Editora Blucher, 2010, p.XXV

²⁹ SILVA, Manoel Messias Alves da; NADIN, Odair Luiz. *A variação terminológica da nanociência/nanotecnologia*. In: *Filosofia e Linguística Portuguesa*, n.º 12(2), p.295-312, 2010. Arquivo Eletrônico. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.11606/issn.2176-9419.v12i2p295-312>. Página 298.

em 2004, 12.980 milhões de dólares em vendas destes produtos³⁰ e estima-se que haja uma taxa média de crescimento de 30% ao ano, chegando a 1 trilhão de dólares em vendas até 2015³¹.

O mercado das nanotecnologias vem crescendo demasiadamente rápido, através da convergência de conhecimentos de diversas áreas, influencia quase a totalidade dos setores produtivos em todo o mundo, o que o torna de extrema importância para a economia. Dentre seu vasto leque de aplicações, podemos mencionar os produtos têxteis; os alimentos; as inovações médicas, farmacêuticas e os produtos cosméticos; as novas tecnologias para o meio ambiente; os equipamentos desportivos; dentre muitas outras.

Desta forma, e para que seja possível massificar o entendimento do potencial de penetrabilidade da nanotecnologia nos mais diversos setores, faremos uma breve descrição de algumas destas principais aplicações.

A) *Produtos Têxteis*

As exigências de inovação do mercado forçam o setor têxtil a se adaptar e, assim, sofrer constantes mutações, sendo indispensável, para tal, o investimento em novas tecnologias capazes de acompanhar as necessidades de crescimento inerentes ao setor.

Neste contexto, as nanotecnologias aparecem como a mais recente tecnologia de inovação existente para os têxteis, esta possui o poder de fabricação de produtos com elevado valor agregado, que contenham novas e melhores características³². Através da compreensão e modificação das propriedades das fibras têxteis, as nanotecnologias propiciam ao setor a possibilidade de criação de tecidos que sejam mais leves, resistentes e econômicos, que consigam atingir as expectativas do mercado e responder de maneira adequada sua forte concorrência.

Através da nanotecnologia, estão sendo introduzidas na indústria têxtil a fabricação de tecidos com propriedades diferenciadas, através da modificação da superfície das fibras, permitiu a criação de tecidos anti-bactericidas, anti-manchas, anti-

³⁰ DELGADO RAMOS, Gian Carlo. *El paradigma* [...] Op.Cit. p. 548 e 549.

³¹ *Ibidem*

³² FUNDACIÓN OPTI – Observatorio de Prospectiva Tecnológica Industrial. *Aplicaciones industriales de las nanotecnologias em espana em El horizonte 2020*. Arquivo Eletrônico. Disponível em: <http://www.opti.org/publicaciones/pdf/resumen10.pdf>

odoríficas, antivírus, resistentes a chamas, que não desbotam, absorventes dos raios ultravioletas e que não sejam tóxicos no contato com a pele³³. Os tecidos passaram, então, a serem multifuncionais, com aplicações altamente precisas e características cada vez mais sofisticadas, conjugam mais de uma funcionalidade em um mesmo produto, o que os tornam ainda mais eficientes e atrativos para o consumidor.

Para além do que foi dito anteriormente, as novas funcionalidades dos produtos têxteis fazem com que estes sirvam como material alternativo para outros setores como o automobilístico, aeroespacial, agricultura, telecomunicações³⁴, médico³⁵. Outra maneira de reprodução de procedimentos nanotecnológicos no setor têxtil é através dos tecidos auto-limpantes, em semelhança ao que ocorre com as plantas e alguns insetos, estes possuem como característica manterem-se sempre limpos sem que para tal seja preciso o uso de detergentes, é o chamado *Efeito Lótus*, que consiste nesta capacidade de repelir a água com capacidade auto-limpante.

Portanto, o vasto rol de aplicações da nanotecnologia nos produtos têxteis pode trazer mudanças drásticas no setor – com influência direta em outros setores – tendo em vista que eles passam a ser multifuncionais e suas novas características são bastante atraentes para o mercado, restando, no entanto, muito ainda há a se descobrir quanto à questão da durabilidade destas funcionalidades frente às condições de uso destes materiais.

B) *Meio Ambiente*

A nanotecnologia introduz novas técnicas com avanços significativos que podem causar impactos diretos no meio ambiente. Partiremos de uma visão específica de como esta influência ocorre no setor agrícola, onde, em virtude da busca constante por novos métodos que consigam melhorar a qualidade e impulsionem a produtividade dos produtos agrícolas e de seus derivados, muitos serão os impactos destes avanços tecnológicos para, então, adentrar em uma visão ampla de como estas inovações podem causar influências no meio ambiente como um todo. As mudanças advindas da nanotecnologia já podem ser visualizadas e estão revolucionando alguns setores direta

³³ MARTÍN, Javier Ramón Sánchez. *Los tejidos inteligentes y el desarrollo tecnológico de la industria têxtil*. In: Técnica Industrial 268, Marzo – Abril, 2007, p. 44. Arquivo Eletrônico. Disponível em: <http://www.tecnicaindustrial.es/tiadmin/numeros/28/36/a36.pdf>

³⁴ Fundación OPTI. *Aplicaciones industriales* [...] Op. Cit. p. 5.

³⁵ MARTÍN, Javier Ramón Sánchez. *Los tejidos inteligentes* [...]. Op. Cit. p.44.

ou indiretamente ligados à agricultura, quais sejam: o desenvolvimento de defensivos agrícolas ambientalmente corretos; o melhoramento genético de plantas e animais; a redução da emissão de poluentes por meio da conversão eficiente de energia; e, o desenvolvimento de sistemas integrados de sensoriamento³⁶.

Estas inovações tecnológicas refletem no setor agrícola de forma que este tem sido beneficiado com o “desenvolvimento de novos produtos químicos e defensivos agrícolas ecologicamente corretos que sofram degradação no solo num tempo mínimo e possam ser absorvidos como nutrientes pelas plantas³⁷”. Podemos visualizar a importância desses novos defensivos agrícolas levando-se em consideração que, desta forma, torna-se possível um controle mais efetivo dos produtos alimentícios contra eventuais pragas, insetos, fungos ou outras doenças que venham a contaminá-los no curso das etapas antecipatórias da sua chegada ao mercado, que se dá desde “a seleção das sementes, da plantação, irrigação, fertilização até a colheita e o transporte³⁸⁻³⁹”.

O estudo acerca da manipulação molecular possibilita, ainda, a introdução de novos métodos que tenham a capacidade de modificar os genes das plantas e dos animais, já estão sendo desenvolvidas, por exemplo, plantas capazes de se adaptar às condições climáticas do local do cultivo, que são mais produtivas e mais resistentes à pragas e doenças⁴⁰.

Outra maneira de influência da nanotecnologia na agricultura é através da redução de poluentes por meio da conversão eficiente de energia. Contudo, faremos neste ponto uma análise de maneira geral acerca da influência da nanotecnologia no setor energético, e, assim, o seu consequente benefício para com diversos setores, dentre eles o setor agrícola.

Como é sabido, atualmente a maior parte da produção de energia elétrica a nível mundial é feita a partir da queima de combustíveis fósseis. No entanto, tal procedimento apresenta numerosos inconvenientes, tendo em vista que as reservas de

³⁶ DURÁN, Nelson; MATTOSO, Luiz Henrique Capparelli e MORAIS, Paulo César. *Nanotecnologia* [...] Op. Cit., p.195

³⁷ DURÁN, Nelson; MATTOSO, Luiz Henrique Capparelli e MORAIS, Paulo César. *Nanotecnologia* [...] Op. Cit., p.196.

³⁸ *Ibidem*

³⁹ O método mais comum utilizado para o controle de pragas é através dos agrotóxicos e estes já estão sendo comercializados contendo ingredientes em escala nanométrica. ETC GROUP. *A Invasão Invisível do Campo – O Impacto das Nanotecnologias na Alimentação e na Agricultura*. Novembro de 2004. Arquivo Eletrônico. Disponível em: <http://www.etcgroup.org/sites/www.etcgroup.org/files/publication/531/02/invasaoformateada.pdf>. Página 3.

⁴⁰ DURÁN, Nelson; MATTOSO, Luiz Henrique Capparelli e MORAIS, Paulo César. *Nanotecnologia* [...] Op. Cit. p.196

combustíveis fósseis não são renováveis e, assim, não serão capazes de suprir as demandas da sociedade a longo prazo. E, para além da sua escassez, há que frisar, também, a questão ecológica associada ao uso deste recurso natural não renovável. Em virtude desta problemática, buscou-se criar alternativas tecnológicas que conciliasse a necessidade de consumo de energia e a escassez dos recursos com soluções mais sustentáveis para o meio ambiente⁴¹.

Desta forma, a nanotecnologia tem enorme potencial para o desenvolvimento de novos materiais a nível nanométrico possam ser úteis para a produção e o uso eficiente da energia, através da obtenção de recursos alternativos, como, por exemplo, o aproveitamento da energia solar. Neste campo, as nanopartículas são úteis para a fabricação de dispositivos fotovoltaicos ou células solares, capazes de converter a energia solar em energia elétrica, associando a isto um baixo custo de produção quando comparadas com células solares convencionais à base de silício⁴².

Portanto, com o aparecimento destes nanomateriais surgirão também novas oportunidades de exploração de energias alternativas e renováveis que serão essenciais para a construção de um meio ambiente mais limpo visto que reduzirão significativamente a emissão de poluentes na atmosfera. Neste norte, as “projeções indicam que, nos próximos 10 a 15 anos, os avanços em nanotecnologia na área de iluminação terão potencial de reduzir o consumo mundial de energia em mais de 10%, correspondendo a uma economia de 100 bilhões de dólares por ano e uma redução correspondente na emissão de carbono para a atmosfera de 200 milhões de toneladas⁴³”.

Por último, torna-se essencial que mencionemos os sistemas integrados de sensoriamento, monitoramento e controle de doenças, pragas e qualidade de alimentos, estes colaboram para que haja uma detecção precoce de determinada doença a qual esteja infectada uma planta ou um animal. Isto é de suma importância tendo em vista que, sem a existência de tais sistemas, o período que decorre desde a infecção até a aparição dos sintomas e posterior descoberta pode chegar a demorar semanas, ou até meses, o que poderá acarretar na proliferação da doença. Esta é a chamada agricultura de precisão, que conta com um sistema de sensoriamento, os biossensores, capazes de

⁴¹ GARCÍA-GUTIÉRREZ, Domingo I.; NAVARRO, Marco A. Garza; PELÁEZ, René F. Cienfuegos; GUERRERO, Leonardo Chávez. *Aplicaciones de la nanotecnología en fuentes alternas de energía*. In: Ingenierías, ISSN-e 1405-0676, Vol. 13, Nº. 49, 2010, pp.53 e 54.

⁴²Ibidem, p. 55.

⁴³ DURÁN, Nelson; MATTOSO, Luiz Henrique Capparelli e MORAIS, Paulo César. *Nanotecnologia* [...] Op. Cit. p.197

monitorar as condições ambientais e detectar qualquer variação no metabolismo dos animais e das plantas⁴⁴.

Por meio do desenvolvimento de métodos mais eficazes, a nanotecnologia aparece, também, como de suma importância no tratamento e na descontaminação da água. Catalisadores baseados em nanoestruturas serão aperfeiçoados e tornar-se-ão mais eficientes no processo de descontaminação da água, em virtude da sua grande área superficial estes possuem uma maior capacidade de remoção dos poluentes⁴⁵. Para além dos catalisadores mais eficientes, a nanotecnologia pode ser usada, ainda, na fabricação de filtros de água mais eficazes, desenvolvendo dispositivos multifuncionais que possam purificar a água e ser também autolimpantes, evitando, deste modo, posteriores contaminações⁴⁶⁻⁴⁷.

De modo geral, a nanotecnologia tem o condão de representar um caminho importante na proteção ambiental, com mecanismos capazes de controlar e reduzir a poluição, sistemas para o tratamento da água, sistemas para o controle de pragas e doenças dos alimentos, novas técnicas para a exploração de energias alternativas e renováveis e um novo conceito no cultivo agrícola. Contudo, todas as providências devem ser tomadas no sentido de guiar a exploração da tecnologia de maneira prudente, adotando todos os cuidados possíveis para que, de maneira inversa ao que ocorreu com os Organismos Geneticamente Modificados, a tecnologia seja amplamente aproveitada e aceita pela sociedade e os seus benefícios possam ser usufruídos por todos de maneira segura.

C) *Alimentos*

Há inúmeros produtos alimentícios que fazem uso de nanopartículas já estão disponíveis no mercado. O setor encontra-se entre os principais campos de atuação da nanotecnologia. Muitas são as pesquisas para o desenvolvimento de técnicas avançadas

⁴⁴ DURÁN, Nelson; MATTOSO, Luiz Henrique Capparelli e MORAIS, Paulo César. *Nanotecnologia* [...] Op. Cit, p.198.

⁴⁵ FUNDACIÓN OPTI. *Aplicaciones industriales* [...] Op. Cit. p. 3.

⁴⁶ MOORE, Grahlan. *Nanotecnologia em embalagens* [...]. Op. Cit., p. 44.

⁴⁷ Para além do tratamento da água, estão sendo fabricados, atualmente, filtros á base de nanofibras capazes de absorver grande parte das substâncias cancerígenas contidas na fumaça do cigarro, estes filtros são produzidos “a partir de nanofibras orgânicas biodegradáveis eletrofiadas em diâmetro nominal de 150nm e, depois, fabricadas em uma configuração de teia para maximizar a densidade areal do filtro”. MOORE, Grahlan. *Nanotecnologia em embalagens* [...]. Op. Cit., p.45.

que permitam mudanças radicais na engenharia, no processamento e nas embalagens dos alimentos. Desta forma, “as tecnologias em escala nanométrica levarão a engenharia de alimentos ao “diminuto”, um novo nível com o potencial de mudar drasticamente a maneira como os alimentos são produzidos, cultivados, processados, embalados, transportados e mesmocomidos⁴⁸”.

A introdução destes alimentos com substâncias em nanoescala no mercado ocorre, principalmente, através da inserção de aditivos imperceptíveis ao consumidor. No entanto, alteram de maneira significativa as propriedades do produto. Alimentos com nanopartículas podem apresentar novas características, novos sabores, cores e texturas. Estas novas qualidades são bastante atraentes para os fabricantes que têm voltado suas atenções para as vantagens trazidas por este mercado às escalas reduzidas como, por exemplo, o fato de haver uma maior durabilidade da vida de prateleira do alimento⁴⁹.

As pesquisas direcionadas para a aplicabilidade das nanotecnologias à engenharia dos alimentos buscam uma maior funcionalidade destes, de modo que atendam as necessidades do corpo e sejam mais nutritivos. Isto ocorrerá através da liberação, no momento exato, de substâncias específicas para o corpo, de acordo com as necessidades apresentadas por este, isto dar-se-á de forma que o nutriente esteja em perfeitamente ativo no momento em que pretenda atingir exatamente o local carente do corpo.

Outro meio de utilização de nanotecnologias no setor se dá através dos *alimentos interativos*, estes consistem na ideia de que o consumidor seja detentor do poder de escolha das características do alimento que irá consumir, ou seja, caberá ao consumidor modificar o alimento à sua escolha, de acordo com suas necessidades pessoais, estéticas, nutricionais ou até mesmo de preferências por determinados sabores, quais componentes permanecerão dormentes no interior do alimento e, quais serão ativados e liberados⁵⁰.

⁴⁸ETC GROUP. A Invasão Invisível do Campo – *O Impacto das Nanotecnologias na Alimentação e na Agricultura* [...]. Op. Cit., p.10.

⁴⁹Ibidem, p.11.

⁵⁰MARTINS, Paulo Roberto; DULLEY, Richard Domingues; RAMOS, Soraia de Fátima; outros. *Nanotecnologias na Indústria de Alimentos*. Arquivo Eletrônico. Disponível em: http://www.pucsp.br/eitt/downloads/vi_ciclo_paulomartins_marisabarbosa_nano_puc.pdf. Página 8.

ETC GROUP. A Invasão Invisível do Campo – *O Impacto das Nanotecnologias na Alimentação e na Agricultura* [...]. Op. Cit., p.12.

No entanto, dentre as inúmeras pesquisas em diversas formas de criação de técnicas à base nanotecnológica voltadas para os alimentos, às embalagens aparecem com um enfoque especial. A presença de nanopartículas nas embalagens alimentícias pode torná-las *inteligentes*, de forma que otimizem o tempo de vida dos produtos nas prateleiras e sejam capazes de monitorar suas condições, por meio de sistemas que respondam às alterações do ambiente, se auto-conservem e informem o consumidor acerca de eventual contaminação no alimento⁵¹. Já podemos encontrar exemplos destas embalagens como o filme plástico desenvolvido pela Bayer Polimers que contém nanopartículas de argila capazes de aumentar o bloqueio da entrada de gases no produto e, desta forma, prevenir a deterioração do alimento, associando, ainda, uma maior leveza e resistência à embalagem; os avanços da Holanda no desenvolvimento de embalagens com conservantes *liberados por comando*, ou seja, embalagens que detectem a presença de micro-organismos capazes de deteriorar o alimento e liberar conservantes no momento exato⁵²; a criação de pequenos sensores nas embalagens por parte da Kraft em conjunto com pesquisadores da Universidade de Rutgers nos Estados Unidos que, com a chamada *língua eletrônica*, são capazes de detectar algum tipo de contaminação no alimento. Dessa forma, os sensores fariam surgir uma alteração de cor na embalagem como forma de alertar o consumidor⁵³.

As nanotecnologias apresentam, portanto, enorme potencial de desenvolvimento no setor alimentício, aparecendo como uma alternativa para a melhoria da qualidade dos produtos, principalmente no tocante ao seu valor nutricional, além de uma melhor garantia de monitoramento e segurança dos alimentos. Contudo, apesar do imenso entusiasmo dos pesquisadores acerca da aplicação das nanotecnologias à indústria alimentícia, o setor encontra o obstáculo de ser mais cauteloso quanto a modificação atômica destes, tendo em vista que já pôde testemunhar uma aceitação negativa da opinião pública em relação aos Organismos Geneticamente Modificados, os transgênicos.

⁵¹ MARTINS, PAULO ROBERTO; DULLEY, Richard Domingues; RAMOS, Soraia de Fátima; outros. *Nanotecnologias na Indústria de Alimentos* [...]. Op. Cit., p. 8 e 9.

⁵² MOORE, Grahlan. *Nanotecnologia em embalagens* [...]. Op. Cit., p.51.

⁵³ETC GROUP. *A Invasão Invisível do Campo – O Impacto das Nanotecnologias na Alimentação e na Agricultura* [...]. Op. Cit., p.10.

D) *Construção*

As nanotecnologias possuem grande potencial para fomentar inovações significativas no campo dos materiais voltados para a construção. Serão desenvolvidos materiais mais ágeis, com maior resistência, mais leves, mais compactos, que causam menor impacto ao meio ambiente e que consigam agregar maior valor na criação e uso dos materiais de construção, com vista à sua funcionalidade para que se tornem mais inteligentes e auto-adaptáveis⁵⁴. Isto ocorre através do desenvolvimento de novas técnicas que atuam acarretando melhorias nas propriedades de uma gama de produtos, estas alterações acontecem em virtude da utilização de nanoaditivos aos materiais comuns como, por exemplo, o cimento, deixando-os mais fortes e resistentes.

As novas tecnologias influenciam, ainda, a indústria dos revestimentos, das tintas e dos vidros utilizados para na construção civil. As novas formas de processamento dos produtos dar-lhe-ão a estes uma maior funcionalidade, os revestimentos e as tintas adquirirão propriedades mais versáteis, com características de auto-limpeza, capacidade de filtração das radiações solares, despoluição, sistema anti-corrosão e os vidros terão propriedades especiais como proteção anti-incêndios⁵⁵. Uma das mais importantes aplicações de nanoestruturas nos materiais de construção é a utilização de isolantes avançados, que, em virtude da sua multiplicidade de usos, serão de grande valia, por exemplo, para o uso eficiente de energia nos edifícios. Para além dos avanços já mencionados, desenvolve-se um leque de novos materiais inteligentes no setor, que possam manter a estabilidade dos ambientes, sendo capazes de regular as alternâncias de temperatura, umidade e pressão.

E) *Eletrônica*

Uma das áreas pela qual as nanotecnologias terão maior representatividade é a dos dispositivos eletrônicos onde, inclusive, já são muitos os produtos que estão comercialmente disponíveis e contém nanomateriais em sua composição. Através destas novas tecnologias tornou-se possível reduzir em muito o tamanho destes dispositivos,

⁵⁴ FUNDACIÓN OPTI. *Aplicaciones industriales* [...] Op. Cit. p. 5.

⁵⁵ CENTI - Centro de Nanotecnologia e Materiais Técnicos, Funcionais e Inteligentes; Plataforma para a Construção *Sustentável*. *NANO@CONSTRUÇÃO - A nanotecnologia aplicada ao serviço da eficiência energética e das necessidades do sector das construções*. Arquivo Eletrónico. Disponível em: http://www.centrohabitat.net/sites/default/files/projetos-pdf/cd_nc_pt_1.pdf. Página 8.

associando a isto, uma maior eficiência aos produtos. O objetivo é criar materiais, estruturas e dispositivos que agreguem uma maior capacidade de armazenamento de dados e velocidade de processamento com significativa redução no tamanho físico dos produtos finais⁵⁶.

A informática passa por um processo evolutivo veloz e, devido a isto, tem grande potencial para a criação de materiais em escalas reduzidas, de forma que viabiliza a miniaturização drástica dos dispositivos eletrônicos, por meio de técnicas como a litografia suave e processos *bottom-up* capazes de formar componentes em nanoescala por automontagem que podem ser mais efetivos e baratos⁵⁷. Surgem, então, transistores com melhorias em seu potencial de comunicação e de armazenamento de informação e dispositivos de memória mais potentes, tendo em vista que a sociedade exige, cada vez mais, que os dispositivos móveis que estejam por longos períodos de tempo ligados e que causem um menor impacto no meio ambiente⁵⁸.

F) *Medicina e Farmácia*

Os estudos das nanotecnologias aplicados às ciências da vida têm por denominação nanomedicina. A nanomedicina consiste, a qual consiste, de acordo com o *National Institute of Health*, nas aplicações das nanotecnologias voltadas para o tratamento, diagnóstico, monitoramento e controle de sistemas biológicos⁵⁹. Tal ramo de atuação apresenta-se dentre estas novas tecnologias emergentes como aquele com maior potencial de projeção para o futuro, de modo que poderá vir a proporcionar melhorias significativas para a qualidade de vida e saúde das pessoas. A nanomedicina tem como objetivo a introdução de novos dispositivos, sistemas e tecnologias que contenham nanopartículas e, devido a sua redução de tamanho, tenham novas propriedades e funções que consigam mudar drasticamente os fundamentos que envolvem o diagnóstico, a prevenção e o tratamento das doenças⁶⁰. Os projetos de

⁵⁶ETC GROUP. *Tecnologia Atômica – a nova frente das multinacionais*. Tradução: Elisa Schreiner. São Paulo. Editora Expressão Popular, 2004. p.118.

⁵⁷ MOORE, Grahlan. *Nanotecnologia em embalagens* [...]. Op. Cit, p.39.

⁵⁸ Fundación OPTI. *Aplicaciones industriales* [...] Op. Cit. p. 3.

⁵⁹MOGHIMI, S. Moein; HUNTER, A. Christy; MURRA, J. Clifford. *Nanomedicine: current status and future prospects*. In: The FASEB Journal. Reino Unido, vol. 19º, pp. 311-330, 2005.

⁶⁰ LECHUGA, Laura M. *Nanomedicina: ampliación de la nanotecnología en la salud*. Centro de Investigación en Nanociencia y Nanotecnología (CIN2) Consejo Superior de Investigaciones Científicas. 9a edición del curso de Biotecnología Aplicada a la Salud Humana. Archivo Electrónico. Disponível em: http://www.amgen.es/doc3.php?op=biotecnologia9&ap=b9_nanomedicina. Página 98-112.

pesquisa e desenvolvimento que estão na vanguarda da nanomedicina dizem respeito, em especial, aos avanços para um diagnóstico precoce das doenças; a liberação controlada de fármacos e a medicina regenerativa.

O nanodiagnóstico consiste no desenvolvimento de sistemas de análises – nanobiosensores – e de imagens que possuem como objetivo detectar as patologias em seu estágio mais inicial quanto seja possível, idealmente, no nível de uma única célula. Um diagnóstico precoce da doença pode significar novas perspectivas para o seu tratamento, ou seja, traz uma dose a mais de esperança e oportunidade de obtenção de resultados favoráveis, posto que permite uma rápida resposta a patologia identificada e, assim, por meio da aplicação do tratamento adequado, uma maior possibilidade de cura⁶¹.

Outro campo para o qual a nanomedicina direciona os seus estudos diz respeito a criação de novos sistemas para a liberação controlada de fármacos. O que podemos verificar é que, na atualidade, os fármacos adentram o corpo humano, atingem sua corrente sanguínea e percorrem todo o organismo, de forma que alcançam não apenas as células afetadas pela doença, mas também áreas sadias do corpo, o que acaba por gerar efeitos secundários àqueles que almejam os medicamentos, os chamados efeitos colaterais. Tal problema pode vir a ser solucionado através da criação destes novos sistemas voltados para a administração controlada dos fármacos, que se baseiam na utilização de nanoestruturas que atuam como pequenos dispositivos guiados para transportar o fármaco diretamente para a área afetada, evitando, desta forma, os efeitos indesejados dos medicamentos⁶².

A aplicação da nanotecnologia na medicina regenerativa também poderá proporcionar substanciais avanços no tratamento das doenças, por meio da introdução de novos materiais e técnicas que permitam uma integração mais eficiente com os tecidos será possível criar uma situação favorável no caminho da regeneração celular, que ocorre através da substituição dos tecidos enfermos.

⁶¹ LECHUGA, Laura M. *Nanomedicina: ampliación de la nanotecnología en la salud* [...]. Op. Cit., p.100.

⁶² POLETO, Fernanda S.; POHLMANN, Adriana R.; Guterres, Sílvia S. *Uma Pequena Grande Revolução*. In: *Ciência Hoje*. vol. 43, nº 255, 2005, p.28.

G) *Cosméticos*

Em virtude do crescimento das preocupações no que diz respeito aos cuidados com a aparência característicos das sociedades atuais que, em busca do modelo imposto de padrão de beleza, se preocupa cada vez mais com a estética. Os cosméticos representam um dos meios para a materialização destes objetivos e, devido isto, tem atraído a atenção do mercado que, em virtude da forte concorrência, busca alternativas para se destacar e criar produtos ainda mais sofisticados.

Por estas razões, o setor representa uma área de intensa incidência da nanotecnologia, pois, na busca de produtos diferenciados, estão sendo disponibilizados no mercado cosméticos que possuem na sua formulação nanopartículas capazes de torná-los mais funcionais e sofisticados, de modo que possuem o condão de atingir mais rapidamente os objetivos pretendidos pelos consumidores, ou seja, quando comparados com cosméticos convencionais, os produtos com nanopartículas possuem um desempenho significativamente superior.

Os nanocosméticos já estão sendo produzidos e figuram como uma linha de produtos diferenciados, com novas propriedades estes trazem uma melhor performance para os produtos e, devido a isto, possuem grande potencial no setor, já podemos encontrar no mercado uma gama de produtos contêm nanopartículas como, por exemplo, protetores solares, cremes para a face, xampus, cremes anti-rugas, maquiagens, clareadores de dentes e pele, sabonetes, hidratantes, desodorantes, perfumes e esmaltes.

A aplicação da nanotecnologia nos cosméticos pode ser observada através da criação do aparecimento protetores solares mais potentes e com características diferenciadas, novas cores de sombras batons e esmaltes, cremes antienvhecimento para o rosto com resultados mais rápidos e eficazes, hidratantes com maior sensação de proteção e cuidado com a pele, sabonetes com antibacterianos ainda mais fortes.

H) *Outras Aplicações*

As aplicações das nanotecnologias possuem enorme potencial de crescimento na indústria automotiva. Estas novas tecnologias penetram com facilidade no setor muito em virtude da forte influência que outros setores exercem sobre este, por

exemplo, a indústria têxtil através dos tecidos que contenham nanoestruturas capazes de torná-los antibacterianos; nanotintas que permitam pinturas especiais mais resistentes à riscos; filtros catalisadores para gases de escapamento mais aperfeiçoados e eficazes; técnicas de iluminação que consigam manter a intensidade das lentes com um menor consumo de energia; pneus e motores que sejam mais resistentes a desgastes e, assim, possuam uma maior durabilidade. Desta forma, os progressos nas nanotecnologias serão de grande contributo o desenvolvimento de novos veículos, com características distintas daqueles que existem atualmente no mercado, tornando-os mais seguros, que causem menos danos ao meio ambiente e sejam energeticamente mais eficazes⁶³.

As novas técnicas lançadas por estas tecnologias inovadoras já podem ser visualizadas, também, em alguns produtos no mercado esportivo, raquetes de tênis e bicicletas fabricadas à base de nanotubos de carbono passam a ser mais leves, compactas e resistentes; roupas esportivas que sejam antitranspirantes, que inibam odores indesejados por possuírem nanoestruturas que lhes tornem antibactericidas; tenha maior durabilidade de suas cores e não manchem; novos calçados esportivos; tacos para golf. As nanotecnologias têm o condão de prolongar a vida útil dos produtos esportivos dando-les, ainda, uma maior funcionalidade.

2.1 *Principais Efeitos Predominantes das Nanopartículas*

As preocupações com o surgir de novos materiais em nanoescala ganham maior destaque na medida em que a manipulação à nível individual dos átomos viabiliza a criação de uma gama de novos materiais com propriedades diferentes daquelas apresentadas por estes quando considerados sob uma perspectiva de formulação na sua versão macro. O que podemos observar é que há de se ter, no que diz respeito a utilização de materiais na escala nanométrica, uma cristalina e essencial preocupação com relação aos efeitos gerados pela redução de tamanho das partículas, ou seja, a alteração de escala não pode ser ignorada posto que o tamanho é de suma relevância para a determinação das propriedades a serem apresentadas, de forma que deve ser, indispensavelmente, levado em consideração. Esta noção aparece para nós em concomitância com os primeiros apontamentos na direção da manipulação atômica feitos por Feynman, que na época já alertava para o fato de que a redução de tamanho é

⁶³ ABDI. *Cartilha sobre nanotecnologia*. Arquivo Eletrônico. Disponível em: http://lqes.iqm.unicamp.br/images/publicacoes_teses_livros_resumo_cartilha_abdi.pdf. Página.27

de extrema importância, tendo em vista que os “átomos na escala pequena não se comportam como nada na escala grande, pois eles seguem as leis da mecânica quântica. Assim, à medida em que descemos de escala e brincamos com os átomos, estaremos trabalhando com leis diferentes, e poderemos esperar fazer coisas diferentes⁶⁴”.

Estas alterações de comportamento são causadas não apenas pela amplidão da redução de tamanho, mas por outros diversos fenômenos intrínsecos que ganham maior predominância e influenciam de maneira direta quando há redução de escala, tais fenômenos estão relacionados com as forças naturais fundamentais como a gravidade, o atrito, a combustão, a eletrostática. Desta forma, podemos observar que as forças predominantes na escala macro são diferentes das que surgem com a alteração de tamanho, ou seja, “à medida que as dimensões dos corpos diminuem, as forças de atrito, gravitacional e de combustão tornam-se de menos importância, enquanto novas forças, como a força eletrostática⁶⁵”, passam a ser mais proeminentes em escalas menores.

Para além das questões relativas a redução do tamanho da partícula, outro fator é de suma importância, também, para a alteração dos efeitos em relação as partículas de tamanho convencional, trata-se dos efeitos gerados pelo aumento da área superficial, fator ensejador de um aumento significativo na reatividade do material. Desta forma, “enquanto os efeitos de tamanho descrevem as propriedades físicas dos materiais nanoestruturados, os efeitos induzidos pelo aumento da área superficial desempenham um papel eminente em processos químicos⁶⁶”.

As nanopartículas, portanto, apresentam mudanças radicais em suas propriedades fundamentais e é através do aproveitamento destas novas propriedades que se funda a nanotecnologia dos materiais, fator que tem sido determinante para sua aplicação nos mais diversos segmentos da indústria. Embora se trate de um mesmo elemento químico, quando a partícula aparece na escala nano comporta-se de forma distinta daquela que apresentaria na sua versão macro, no que diz respeito a sua condutividade elétrica, reatividade, cores e etc. Um exemplo disto é o ouro, mencionando o clássico caso do vidro rubi, onde a alternância de tamanho das partículas

⁶⁴ FEYNMAM, Richard Phillips. Há mais espaço lá embaixo. **In:** Com Ciência. Arquivo Eletrônico. Disponível em: <http://www.comciencia.br/reportagens/nanotecnologia/nano19.htm>.

⁶⁵ DURÁN, Nelson; MATTOSO, Luiz Henrique Capparelli e MORAIS, Paulo César. *Nanotecnologia* [...] Op. Cit, p.23.

⁶⁶ *Ibidem*, p.24.

de ouro utilizadas na composição do vidro pode fazer com que este obtenha diferentes colorações⁶⁷.

3. *Riscos e Benefícios Oriundos da Nanotecnologia*

Desde o seu aparecimento a nanotecnologia vem ganhando uma exponencial dimensão no mercado global, como já dito anteriormente, por meio da convergência de tecnologias diversas, possui penetrabilidade em vários campos do conhecimento científico e em praticamente todos os setores da indústria e, muito devido a estas características, tem sido considerada a mais recente revolução tecnológica. Ocorre que o conhecimento, controle e a manipulação dos átomos fez surgir novos materiais, que apresentam propriedades diferentes daquelas que teriam caso estivessem sendo formulados na versão macro, assim, introduzem novos riscos, os quais devem ser necessariamente avaliados, a fim de viabilizar a concretude de uma adequada e específica gerência e regulamentação.

É certa a íntima relação existente entre a evolução da tecnologia com o surgimento de novas dúvidas acerca da sua existência e até que ponto estas serão benéficas ou não, isto ocorre muito em virtude exatamente das incertezas que pairam em torno das novas tecnologias. A convergência de tecnologias que perpassaram um longo período evolutivo permite a criação cíclica de outras novas e mais aperfeiçoadas, que, como aspecto característico de praticamente tudo aquilo que é novo, carregam consigo uma gama de incertezas, ou seja, o que pode-se constatar é que não há avanço tecnológico sem que a sociedade tenha que se submeter ao aparecimento de novos riscos. Portanto, os riscos possuem especial ligação com as novas tecnologias, posto que as incertezas fomentadas pela novidade produzem expectativas que servirão como contributo para sua repulsa ou o seu acolhimento. São estes mesmos riscos e o impacto que estes causaram na sociedade que irá alimentar, também, a preocupação pela introdução de um aparato regulatório adequado para minimizar as incertezas que orbitam sobre determinado evento. Neste sentido é que os estudos em torno dos riscos devem ser aprofundados, pois irão direcionar a maneira como estes serão desenvolvidos, gerenciados e regulamentados, de forma que as instituições consigam lidar de maneira

⁶⁷ ABDI. *Cartilha sobre nanotecnologia* [...]. Op. Cit., p.21 e 22.

eficaz diante destas atividades arriscadas e, por conseguinte, a sociedade não saia prejudicada⁶⁸.

Circula em torno da definição do que consiste o risco uma real controvérsia, o fator que enseja isto é que esta deve estar muito bem interligada com os objetivos a que se pretende alcançar, para que não venha a afetar a maneira em que serão consideradas suas medidas de segurança e a distribuição de atribuições a serem desempenhadas pelos setores da sociedade. O risco deve ser definido tendo por base a situação pela qual está envolto, que, no caso, é o avanço da tecnologia. Desta forma, poder-se-á afirmar que a definição do risco deve partir de uma abordagem complexa, associando a identificação específica dos perigos que o avanço tecnológico pode causar com a realidade social existente. Assim, devem-se levar em consideração diversos fatores como se este pode ser compreendido como individual ou coletivo, local ou global, perceptível ou invisível, previsíveis ou imprevisíveis. Analisando, também, o avanço tecnológico por diversos ângulos, tanto do ponto de vista dos cientistas, que o vem com entusiasmo e levam em consideração, especialmente, seu enorme potencial; da indústria, que almeja impulsionar-se através destas inovações e; da sociedade, que, por vezes em virtude da falta de informações, reage de maneira a acolher ou rejeitar a inovação de maneira precipitada⁶⁹.

Neste norte, não há como fazermos ligações entre riscos com a realidade social sem que passemos pelos ensinamentos da *teoria da sociedade do risco*, proposta por Ulrich Beck⁷⁰ na qual o autor busca analisar os riscos sob a perspectiva dos diferentes tipos de sociedades. Propõe, então, a diferenciação entre uma primeira e uma segunda modernidade bem definidas, onde a primeira modernidade, baseada no modelo da sociedade industrial, se caracteriza pela rápida industrialização, produção e distribuição de bens, carrega consigo fortes raízes históricas e desenvolve seus riscos a partir de estruturas coletivas, com confiança no progresso e significativo controle diante do desenvolvimento científico e tecnológico, onde há valorização das relações de trabalho e busca pelo pleno emprego, além do conhecimento e domínio da natureza⁷¹. Parte, então, para o que denominou de segunda modernidade ou modernidade reflexiva, que

⁶⁸ JUNIOR, Jorge Luiz dos Santos. Ciência do Futuro [...] Op.Cit, p.51.

⁶⁹ *Ibidem*.

⁷⁰ Ulrich Beck é tido como um dos maiores teóricos sociais da atualidade e ganhou tal notoriedade, principalmente, depois da publicação de *Risk Society*, com sua versão em alemão em 1986 e em inglês em 1992)

⁷¹ BECK, Ulrich. *La Sociedad del Riesgo* [...].

aparece de maneira semelhante ao que ocorreu na passagem para a sociedade industrial, que dissolveu os elos com a sociedade agrária e elaborou uma nova estrutura social, a modernização também dissolve os contornos interpostos pela sociedade industrial e, como continuidade do processo de desenvolvimento, dá lugar a uma nova figura social emergente, a sociedade do risco⁷². Esta surge como uma modernização reflexiva da sociedade industrial e traz um novo conjunto de oportunidades e riscos com características próprias, aqui o desenvolvimento científico-tecnológico já não comporta mais o controle dos riscos derivados de sua criação⁷³. Portanto, os processos de modernização e industrialização acarretam novos riscos que mudam o rumo das sociedades, pois, ao contrário do que acontecia outrora em relação aos riscos empresariais e profissionais, os riscos pertencentes à sociedade contemporânea aparecem como imprevisíveis, o grau de incerteza que paira sobre eles é elevado, dificultando, assim, a realização de estudos precisos que permitam uma intervenção amenizadora dos seus efeitos, fator pelo qual reflete nas conseqüências dos mesmos, as tornando com potencial de serem irreversíveis para a vida das plantas, dos animais e dos seres humanos⁷⁴. Para além do que já foi mencionado, cumpre salientar que nestas sociedades os riscos não se limitam a certos lugares ou grupos, inexistente qualquer limite espacial ou social, ao contrário, estes tendem à globalização, ou seja, não respeitam aos limites de fronteiras do seu Estado, possuem, assim, natureza global, o que conduz a uma complexa atribuição de responsabilidades.

Portanto, os riscos pertencentes à sociedade contemporânea se distinguem dos riscos vividos anteriormente, que são aqueles inerentes a outras maneiras de desenvolvimento tecnológico. Desta forma, o desenvolvimento da ciência e da técnica não estão mais aptos a dar conta da predição e controle dos riscos aos quais contribuíram de maneira decisiva para sua criação e que são capazes de acarretar conseqüências altamente prejudiciais para a saúde humana e para o meio ambiente, que são desconhecidas à longo prazo e que, logo que descobertas, tendem a ser irreversíveis. Dentre os riscos mencionados por Beck, destacam-se os riscos ecológicos, químicos, nucleares, genéticos e econômicos, que são “produzidos industrialmente, externalizados

⁷² BECK, Ulrich. *La Sociedad del Riesgo* [...]. Op. Cit., prólogo.

⁷³ GUIVANT, Julia S. *A teoria da sociedade de risco de Ulrich Beck: entre o diagnóstico e a profecia*. In: Revista de Estudos Sociedade e Agricultura, pp. 95-112, 2001, nota de rodapé n.º 2, p.97.

⁷⁴ BECK, Ulrich. *La Sociedad del Riesgo* [...]. Op. Cit., prólogo. JUNIOR, Jorge Luiz dos Santos. *Ciência do Futuro* [...] Ob.Cit., p.59.

economicamente, individualizados juridicamente, legitimados cientificamente e minimizados politicamente⁷⁵”, que necessitam de uma abordagem renovada tanto na sua dinâmica sociológica, quanto política, tendo em vista que gerariam “uma nova forma de capitalismo, uma nova forma de economia, uma nova forma de ordem global, uma nova forma de sociedade e uma nova forma de vida pessoal⁷⁶”.

Partindo da premissa de que as ameaças inerentes à sociedade do risco introduzem novas incertezas a serem confrontadas, posto que as conseqüências não mais podem ser individualizadas a nível territorial e que perpassam por questões que incluem os setores públicos e privados, gerando novos impactos para os seres humanos e para o meio ambiente, faz-se necessário que hajam mudanças na maneira em que estas são abordadas, de forma que sejam adotadas ferramentas de governança global⁷⁷, com políticas que guiem o desenvolvimento de maneira benéfica e útil para a sociedade⁷⁸. O grande desafio reside em conseguir fazer uso do enorme potencial para gerar bem-estar social advindo das novas tecnologias, conseguindo equilibrar o avanço tecnológico com a proteção da saúde humana e do meio ambiente⁷⁹.

A tendência é que surjam, cada vez mais, questões que sejam relevantes para mais de um Estado, as sociedades evoluem no sentido de tornarem-se mais interdependentes e o modelo de relações fundamentado entre Estados soberanos por vezes não está mais apto a enfrentar de maneira eficaz os desafios oriundos do mundo

⁷⁵ GUIVANT, Julia S. *A teoria da sociedade de risco de Ulrich Beck* [...]. Op. Cit., p.95.

⁷⁶ Ibidem.

⁷⁷ Aqui vale frisar que o conceito de governança difere do de governo onde “os dois conceitos referem-se a um comportamento visando a um objetivo, a atividades orientadas por metas, a sistemas de ordenação; no entanto, governo sugere atividades sustentadas por uma autoridade formal, pelo poder de polícia que garante a implementação das políticas devidamente instituídas, enquanto governança refere-se a atividades apoiadas em objetivos comuns, que podem ou não derivar de responsabilidades legais e formalmente prescritas e não dependem, necessariamente, do poder de polícia para que sejam aceitas e vença as resistências. Em outras palavras, governança é um fenômeno mais amplo do que governo; abrange as instituições governamentais, mas implica também mecanismos informais, de caráter não-governamental, que fazem com que as pessoas e as organizações dentro da sua área de atuação tenham uma conduta determinada, satisfaçam suas necessidades e respondam às suas demandas”. ROSENAU, James N.; CZEMPIEL, Ernst-Otto. *Governança sem governo: ordem e transformação na política mundial*. Brasília: UnB, 2000. Arquivo Eletrônico. Disponível em: [http://www.faroldoconhecimento.com.br/livros/Pol%C3%ADtica/ROSENAU,%20James%20N;%20CZEMPIEL,%20ErnstOtto%20\(orgs.\).%20Governan%C3%A7a%20sem%20governo%20%20Ordem%20e%20transforma%C3%A7%C3%A3o%20na%20pol%C3%ADtica%20mundial.pdf](http://www.faroldoconhecimento.com.br/livros/Pol%C3%ADtica/ROSENAU,%20James%20N;%20CZEMPIEL,%20ErnstOtto%20(orgs.).%20Governan%C3%A7a%20sem%20governo%20%20Ordem%20e%20transforma%C3%A7%C3%A3o%20na%20pol%C3%ADtica%20mundial.pdf). Página 15.

⁷⁸ BERGER FILHO, Ailton Guilherme; Vieira, Gustavo Oliveira. *O Direito Internacional e a governança dos riscos ambientais das nanotecnologias*. O Direito. Lisboa. ISSN 0873-4372 A. 144, n.º 1, 2012), pp. 67-104. p.76.

⁷⁹ MALLOY, Timothy F. *Soft Law and Nanotechnology: A Functional Perspective*. In: The Journal of Law, Science & Technology. 2012, Vol. 52, pp. 347-358. Arquivo Eletrônico. Disponível em: <http://web.b.ebscohost.com/ehost/detail/detail?sid=d3f0a6cf-5a00-4f1e-a0e632d73cbf300b%40sessionmgr113&vid=0&hid=123&bdata=JnNpdGU9ZWhvc3QtG12ZSZzY29ZT1zaXRl#db=a9h&AN=79288049>.

contemporâneo. São substituídos por novas abordagens de governança que, com parâmetro orientador na resolução dos dilemas atuais, tem como objetivo descentralizar o exercício da regulação e implementar uma política mundial voltada para a participação de diversos atores de vários segmentos da sociedade⁸⁰⁻⁸¹. Neste sentido, a governança global “é uma forma policêntrica, portanto, sem autoridade central, e flexível de coordenação de esforços por parte de diferentes atores de variadas naturezas, como Estados nacionais, sociedade civil e organismos internacionais (regionais ou universais) e supranacionais, no sentido de mudar ou sustentar uma meta comum; é a formação e o estabelecimento de uma ordem sem um governo único e centralizado⁸²”. Portanto, o processo decisório procura integrar da melhor maneira possível as opiniões e preocupações dos cidadãos e das instituições, públicas e privadas, a respeito de um interesse comum, ou seja, organizações governamentais e não-governamentais se unem para desenvolver políticas e práticas conjuntas a fim de gerenciar seus assuntos comuns e garantir o bem-estar social. Este novo modelo de governança enxerga o processo de governar como uma junção de esforços de diversos atores como a indústria, as empresas, os governos, as organizações não-governamentais e a sociedade civil, de forma que flexibiliza os limites do sistema e agrega diversos contextos culturais e sociais para com isto facilitar a comunicação e melhorar a utilização dos recursos e as perspectivas de realização dos objetivos comuns de nível elevado sem que, para isto, o Estado deixe de continuar desempenhando o seu papel primordial⁸³.

Esta mudança na abordagem é de suma importância tendo em vista que, para enfrentar os desafios oriundos do desenvolvimento tecnológico é essencial que as leis estatais vigentes consigam acompanhar e se adaptar às suas constantes mutações, pois em concomitância com a evolução tecnológica estão às situações de incertezas e os riscos inerentes a mesma, o que dificulta a adoção de instrumentos legais de controle que abordem de maneira adequada as complexas questões que envolvem os riscos e as problemáticas emergentes da atualidade. Para tanto, faz-se essencial estender os

⁸⁰ CALAMAME, Pierre., (Org). *Por uma governança mundial eficaz, legítima e democrática*. São Paulo. Instituto Pólis, 2003, p. 20-27. Arquivo Eletrônico. Disponível em: <http://polis.org.br/publicacoes/por-uma-governanca-mundial-e-eficaz-legitima-e-democratica/>.

⁸¹ MALLOY, TIMOTHY F. *Law and Nanotechnology: a functional perspective*. In: *Jurimetrics*, Vol. 52, No. 3, 2012, p.3.

⁸² BERGER FILHO, Airton Guilherme; Vieira, Gustavo Oliveira. *O Direito Internacional* [...]. Op. Cit, p.76.

⁸³ RENN, Ortwin; ROCO, Mike. *Nanotechnology risks governance. International risk governance council*. White Paper. Geneva, 2007, n.º 2. Arquivo Eletrônico. Disponível em: http://www.irgc.org/IMG/pdf/IRGC_white_paper_2_PDF_final_version-2.pdf. Página 26.

mecanismos de controle para além daqueles presentes contidos normas jurídicas e voltarmos para o estabelecimento de estratégias de governança que tenham como ponto de vista central normas jurídicas não vinculativas, as *soft law*⁸⁴, que, apesar de não possuírem efeito juridicamente vinculativo, estabelecem padrões de comportamento inseridos no contexto específico para qual foram criadas e possuem como uma de suas principais características serem precursoras do embasamento de normas rígidas que virão ser adotadas posteriormente

A adoção das *soft law* que verse sobre assuntos emergentes, em semelhança ao que ocorre com o caso das novas tecnologias, se dá em virtude, principalmente, da dificuldade existente na fixação de mecanismos de controle adequados para lidar com características peculiares que estas situações trazem à baila, devido a isto, dada a ausência de regulamentação tradicional, tais medidas de segurança para gestão dos riscos ganham papel de destaque e demandam esforços coordenados de todas as partes interessadas – Estado, indústria e sociedade civil.

Adotadas para preencher estas lacunas existentes, surgem como forte instrumento de governança, onde os programas voluntários de *soft law* voltam-se para complementar ou, pelo menos em um curto prazo, fazer as vezes das abordagens tradicionais e servir de base para orientar a sua posterior implementação. Desta forma, as diretrizes destas *soft law* serão de extrema utilidade no sentido de impulsionar e orientar melhores práticas na gestão dos riscos advindos destes avanços tecnológicos, ou seja, enquanto os reguladores buscam preencher todos os requisitos necessários para a adoção de normas rígidas adequadas, estes programas voluntários unem conhecimentos coletivos de todo o mundo e os disponibilizam para uma aplicação imediata, sendo, ainda, suficientemente flexíveis, para permitir e acompanhar as mudanças evolutivas da tecnologia e, assim, consiga um gerenciamento eficiente, que tenha como foco principal a utilização destas inovações por meio de práticas mais responsáveis e seguras⁸⁵.

No entanto, para uma eficaz governança dos riscos é essencial o conhecimento aprofundado acerca das peculiaridades específicas a cada tipo de risco, tendo como

⁸⁴ A maneira mais amplamente conhecida acerca do entendimento de *soft law* é que estas representam “normas” que, diferentemente da *hard law*, não implicam em obrigações jurídicas vinculativas, ou sejam, são mais direcionadoras de comportamento, não representando direitos nem obrigações jurídicas para as partes.

⁸⁵ MARCHANT, Gary E. ‘Soft Law’ mechanisms for nanotechnology: liability and insurance drivers. **In:** Journal of Risk Research, 17:6, 709-719, 2014. Arquivo Eletrônico. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1080/13669877.2014.889200>.

objeto de análise, usando o exemplo do caso em estudo, as novidades impostas pelas tecnologias emergentes, que introduzem incertezas de nível global e ensejam um alto grau de preocupação para todos os agentes interessados, de forma que depende e demanda destes uma participação direta na construção do aparato regulatório. Uma adequada governança dos riscos deve englobar desde a sua identificação, avaliação e gestão, até a comunicação dos mesmos. Atualmente, é indispensável, também, a adoção de critérios essenciais voltados à prevenção dos riscos⁸⁶. Portanto, para que seja desenvolvido um aparato regulatório apropriado para gerir os riscos específicos destas novas tecnologias é precípuo que, antecipadamente, haja uma adequada avaliação riscos (*risk assessment*), que conceber-se-á por meio da identificação, caracterização e quantificação do risco⁸⁷.

Desta forma, ao tempo em que ocorre a evolução científico-tecnológica geram-se situações de incerteza e, sucessivamente, varias medidas direcionadas à avaliação e gestão dos seus potenciais riscos, com o intuito de minimizar a possibilidade de ocorrência de danos e maximizar suas aplicações úteis⁸⁸.

A avaliação dos riscos parte, prioritariamente, da *identificação* do evento que demonstre uma estimativa de ameaça, ou seja, aquele evento possivelmente capaz de provocar consequências indesejadas. Em seqüência à identificação da existência de potencial ameaça, serão avaliados a exposição e a vulnerabilidade associada aos riscos desta exposição⁸⁹.

A partir de uma identificação dos riscos concluída damos inicio a uma fase tida por primordial no processo de avaliação dos riscos, a *caracterização dos riscos*, onde seus resultados influenciam de maneira direta na tomada de decisão com relação à gestão dos riscos. A caracterização dos riscos consiste em uma conjugação de informações específicas e detalhadas acerca de determinada ameaça, que será disponibilizada para os tomadores de decisões e às partes interessadas a fim de fornecer informações úteis e responder questões importantes relativamente aos riscos e, desta

⁸⁶ MARQUES, Manuel Rabelo. *Inovação na Gestão de Riscos*. Seminário Internacional de Riscos Ambientais. Centro de Investigação em Ciências do Ambiente e Empresariais – CICAIE. Arquivo Eletrónico Disponível em: <http://encontros.inuaf-studia.pt/gramb/Apresentacoes/files/ApresentGRAmbientais.pdf>.

⁸⁷ SOEIRO, Vera Cristina R. da Silva. *Inferindo o Risco do Desconhecido: implicações do contexto e do risco percebido na percepção da nanotecnologia*. Tese de Mestrado em Psicologia (Cognição Social Aplicada), Universidade de Lisboa - Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação, 2009, ID: <http://hdl.handle.net/10451/869>. Página 5.

⁸⁸ Ibidem

⁸⁹ RENN, Ortwin; ROCO, Mike. *Nanotechnology risks governance. International risk governance council* [...]

forma, direcionando a maneira como estes serão abordados, ou seja, é um prelúdio para a tomada de decisões ao qual depende e requer que haja um processo analítico-deliberativo interativo para tal⁹⁰.

No entanto, para além dos aspectos mencionados, uma caracterização completa dos riscos tem o desafio de lidar com a insuficiência de técnicas disponíveis para análise detalhada dos riscos e a quantidade de incertezas que pairam as informações acerca dos riscos. Desta forma, e como meio de compreender e lidar melhor com os riscos, o processo de caracterização dos riscos deve envolver a congruência de dados complexos, para que seja realizado da maneira apropriada, é essencial que haja um diálogo eficaz entre os técnicos especializados e a sociedade civil, que pode não conter conhecimentos técnicos, mas introduz informações e opiniões essenciais, de substancial importância no exercício de uma sociedade democrática. Sendo assim, para além dos aspectos técnicos a serem objeto de análise, há que se ter em conta um equilíbrio entre estes e a participação efetiva de todas as partes interessadas.

A caracterização dos riscos deve levar em consideração as peculiaridades de específicas de cada ameaça e caracterizá-las de maneira suficientemente flexível a fim de que possa adaptar-se as situações inesperadas de novas incertezas, deve, ainda, ser vista como parte integrante do processo que resulta na tomada de decisões, de forma que convém que seus resultados tragam todas às questões significativas acerca do risco e reflitam às preocupações e opiniões de todas as partes interessadas⁹¹. Desta forma, as partes interessadas apresentam envolvimento direto nas dinâmicas e relações que existem no ambiente a ser regulado, de maneira que podem prestar grandes contribuições no processo regulatório, fomentando debates e persuasões recíprocas típicas e disseminadas no regime democrático.

O que se percebe, na atualidade, é a formulação de políticas que beneficiam uma abordagem com maior amplitude, e mais completa acerca do risco público e, neste momento, é que são levantadas questões sobre se a política e a regulação devem ser regidas predominantemente pelos *experts*, que possuam compromissos meramente objetivos de análise do risco, ou se a governança deve ser pautada por critérios mais

⁹⁰ WILLIAMS, Richard A.;KULINOWSKI, Kristen M.; WHITE, Ronald e LOUIS, Garrick. *Risk Characterization for Nanotechnology*. In: Society for Risk Analysis, Vol. 30, No. 11, p. 1671-1679, Novembro de 2010. ID: 10.1111/j.1539-6924.2010.01513.x

⁹¹ NATIONAL RESEARCH COUNCIL. *Understanding Risk: Informing Decisions in a Democratic Society*. Washington. National Academy Press, 1996. Arquivo Eletrônico. Disponível em: <http://www.nihbrp.com/NEIDL%20Administrative%20Record/Misc%20Articles%20Regarding%20Risk/NRC%20Report%20understanding%20risk%201996.pdf>.

participativos, aceitando, em paralelo ao objetivismo, julgamentos subjetivos de análise dos riscos e, neste norte, reconhecer a possibilidade de critérios qualitativos, característicos de uma regulação fundamentalmente mais ampla⁹².

Parece-nos cristalino que na sociedade de risco a tendência seja pela prevalência de uma governança amplamente participativa, direcionada por processos abertos, que infiram a participação efetiva de todos os agentes interessados como um dos seus aspectos centrais, não apenas exequível, mas necessária e indispensável para a construção de um aparato regulatório apropriado.

Face ao que dissemos anteriormente, é de suma importância que, através da compreensão do que venha a ser a *percepção dos riscos*, entendamos esta participação das pessoas no processo de avaliação dos riscos, ou seja, compreendamos qual a maneira que o público percebe e entende o risco em contraste com os cálculos feitos pelos *experts*⁹³.

É indubitável que a compreensão a respeito da forma o público absorve as informações é de suma importância, pois, em semelhança ao que ocorre em outros contextos do cotidiano social, as pessoas direcionam seus posicionamentos e atitudes em concordância com a percepção que construíram sobre determinada questão. Esta percepção nada mais é do que a atividade cognitiva do ser humano destinada a interpretar e compreender a informação disponível acerca de algo e, assim, formar sua opinião, construir seu posicionamento e responder a determinada situação. Os riscos estão essencialmente relacionados com a probabilidade de eventos negativos. Contudo, as probabilidades nascem por vezes de modelos discutíveis e, regra geral, as pessoas tendem a repelir eventos que possam causar conseqüências desastrosas mesmo que, em alguns casos, os *experts* afirmem serem pequenas as probabilidades de estes acontecerem⁹⁴. Desta forma, devem ser adotadas estratégias de comunicação dos riscos adequadas para que as pessoas tenham uma real percepção dos riscos, ou seja, infiram e respondam a estes em conformidade com a ameaça efetiva a que estão expostas⁹⁵.

⁹² BARTLE, Ian. *Risk-based regulation and better regulation in the UK: towards what model of risk regulation?* Paper prepared for presentation at the 2nd Biennial Conference of the ECPR Standing Group on Regulatory Governance, Utrecht University, the Netherlands. '(Re)Regulation in the Wake of Neoliberalism. Consequences of Three Decades of Privatization and Market Liberalization'. Junho, 2008. Arquivo Eletrônico. Disponível em: <http://regulation.upf.edu/utrecht-08-papers/ibartle.pdf>

⁹³ SJÖBERG, Lennart. *Principles of risk perception applied to gene technology*. Science and Society. EMBO Reports, Outubro de 2014, pp. S47-S51. DI: 10.1038/sj.embor.7400258.

⁹⁴ *Ibidem*, p. S48.

⁹⁵ SOEIRO, Vera Cristina R. da Silva. *Inferindo o Risco do Desconhecido: implicações do contexto e do risco percebido na percepção da nanotecnologia [...]*. Op. Cit., pp. 5 e 6.

Neste contexto, o conceito de riscos e, conseqüentemente, as respostas às situações arriscadas devem levar em consideração inúmeros fatores para além dos dados probabilísticos. Eles devem fundamentalmente ser compreendidos como construções culturais ou sociais, posto que “interagem com processos psicológicos, sociais, institucionais e culturais⁹⁶”. Fazendo parte da experiência cotidiana, o entendimento dos riscos deve refletir valores sociais. Assim, a comunicação dos riscos não pode se limitar a transmissão, pelos *experts*, de conhecimentos específicos para os leigos, ao contrário, deve utilizar mecanismos estratégicos capazes de orientá-los, a fim de formar um cenário favorável de confiança entre todos os agentes sociais interessados e afetados, de maneira que facilite e incentive a sua participação direta destes na tomada de decisões⁹⁷. Portanto, uma adequada e eficaz comunicação de riscos deve pautar-se por três objetivos essenciais, quais sejam: “a promoção de um diálogo sensível às necessidades da comunidade que vivencia situações de riscos, o estabelecimento de uma relação de confiança entre comunidade, pesquisadores e autoridades e, a integração do público no processo de gerenciamento do risco (promovendo, assim, a chamada governança do risco)⁹⁸”.

Em conformidade com as ideias centrais transmitidas nas páginas anteriores e, com o intuito de construirmos uma conjuntura favorável para a sequência da nossa posição, acreditamos ser possível, nesta ocasião, aprofundar as questões específicas da nanotecnologia, bem como os seus potenciais riscos.

É certo - e já fora mencionado exaustivamente neste estudo - que a nanotecnologia possui enorme potencial para introdução de novas aplicações em quase todos os setores, tida como precursora de uma nova revolução tecnológica, seu aspecto interdisciplinar e, em conseqüente, a sua capacidade de convergir conhecimentos dos mais diversos ramos científicos, traz desafios significativos aos gestores dos riscos, principalmente, em virtude das alterações radicais que as propriedades adquirem quando manipuladas em nanoescala e comparadas à mesma substância na escala macroscópica. O desafio crucial reside em equilibrar a relação de custo-benefício e impulsionar um desenvolvimento responsável da nanotecnologia, de forma que seja possível equiponderar a crescente, acelerada e necessária inovação face ao aparecimento de

⁹⁶ GIULIO, Gabriela Marques Di. *Comunicação e governança do risco: um debate necessário*. Com Ciência – Revista Eletrônica de Jornalismo Científico. Dezembro, 2008. Disponível em: <http://www.comciencia.br/comciencia/?section=8&edicao=41&id=495>.

⁹⁷ *Ibidem*.

⁹⁸ *Ibidem*.

novos riscos e incertezas. Não podemos esquecer que para que só assim a tecnologia poderá atingir seu potencial e tornar-se uma ferramenta útil com impactos sociais positivos.

Ocorre que, atualmente, em contrapartida ao seu enorme potencial já poder ser reconhecido e para além dos motivos de entusiasmo, há muito ainda a ser percorrer nos estudos voltados para a avaliação dos riscos da nanotecnologia e, por intermédio deste, a viabilização uma gestão adequada dos riscos e criação de um aparato regulatório eficaz. Neste sentido, a atuação unilateral por parte dos Estados, para implementar ferramentas regulatórias imediatas e rigorosas, sem o conhecimento aprofundado dos riscos e a resolução das incertezas, não aparece como ferramenta útil à gerir e governar, adequadamente, os riscos. Desta forma, uma abordagem mais reflexiva, incremental e cooperativa, fundamentalmente mais ampla de gestão dos riscos, apresenta-se como imprescindível e serviria de grande contributo para gerenciar os riscos emergentes da nanotecnologia. Indo mais adiante, ajudaria na criação de um novo modelo de gestão de riscos a ser utilizado pelas futuras tecnologias emergentes⁹⁹⁻¹⁰⁰.

Portanto, “para enfrentar os desafios complexos trazidos pelas nanotecnologias, tanto no âmbito nacional, quanto no direito internacional é necessário ampliar o foco para além do estabelecimento de normas cogentes baseadas na lógica do “tudo ou nada” (all-or-nothing) das regras jurídicas, e focar nas normas não vinculantes do direito internacional (soft law) e nos princípios jurídicos que respondem melhor à instabilidade e às mudanças, econômicas, sociais e tecnológicas¹⁰¹”. Assim, o sistema de governança dos riscos para a nanotecnologia, em virtude, principalmente, das dificuldades encontradas pelas normas tradicionais em adaptarem-se às novas situações de incerteza, devem pautar-se por critérios globais, de coordenação de esforços e que tenha a participação de todos os agentes interessados, inclusive da sociedade civil, colaborando ativamente no desenvolvimento de ferramentas para a implementação de um modelo regulatório eficiente.

Neste norte é que, a fim de cooperar e direcionar as decisões no caminho da regulamentação surgem os programas voluntários de *soft law* que possuem como tema

⁹⁹ BERGER FILHO, Airton Guilherme; VIEIRA, Gustavo Oliveira. *O Direito Internacional* [...]. Op. Cit, p.76.

¹⁰⁰ MARCHANT, Gary E.; SYLVESTER, Douglas J.; ABBOTT, Kenneth W. *Risk Management Principles for Nanotechnology*. In: NanoEthics, Vol. 2, pp. 43-60, 2008.

¹⁰¹ BERGER FILHO, Airton Guilherme; VIEIRA, Gustavo Oliveira. *O Direito Internacional* [...]. Op. Cit, p.76.

central as nanotecnologias. Na ausência de abordagens regulatórias tradicionais, elas colaboram para estruturar a gestão e governança dos riscos. De entre os principais programas voltados para a governança das nanotecnologias, merecem destaque: 1) *National Institute of Occupational Safety and Health* (NIOSH)¹⁰²; 2) *International Organization for Standardization* – Comitê Técnico ISO/TC 229¹⁰³; 3) Programa de Gestão de Riscos da EDF/Dupont - NanoRisk Framework¹⁰⁴; 4) CENARIOS® (*Certifiable Nanospecific Risk Management and Monitoring System*)¹⁰⁵; 5) *The European Commission's Code of Conduct for Responsible Nanosciences and Nanotechnologies Research* – Código de Conduta voluntário estabelecido no âmbito da União Europeia¹⁰⁶; 6) *Responsible NanoCode*¹⁰⁷.

Estes programas voluntários surgem em paralelo – não no mesmo ritmo – ao aparecimento de novos materiais que formam novos produtos e, assim, introduzem novas incertezas. Praticamente todos os cidadãos já foram expostos ao contato com algum tipo de nanomaterial e este mercado tende a expandir-se e disponibilizar, cada vez mais, novas gerações de produtos, criando novos riscos e incertezas. Com milhares de produtos formulados, fabricados e colocados no mercado, é crescente este número de pessoas que estão expostas aos nanomateriais contidos, muitas vezes de maneira imperceptível, e um leque imenso de produtos. O que acontece é que as nanopartículas tendem a apresentar características distintas daquelas quando consideradas em escala

¹⁰² O National Institute of Occupational Safety and Health –NIOSH- fornece uma série de documentos pesquisas contendo orientações sobre as implicações e aplicações da nanotecnologia com foco na saúde e segurança do trabalhador. (<http://www.cdc.gov/niosh/topics/nanotech/pubs.html>)

¹⁰³ Estruturação do Comitê Técnico ISO/TC 229, no âmbito da *International Organization for Standardization*, que fornece recomendações e uma série de padrões internacionais para a gestão dos nanomateriais.

¹⁰⁴ O NanoRisk Framework é um Programa de Gestão de Riscos elaborado pela multinacional DuPont em parceria com uma organização de defesa ambiental. (<http://www.nanoriskframework.com/>)

¹⁰⁵ O CENARIOS é o primeiro sistema de monitoramento no campo da nanotecnologia certificável do mundo, ele permite uma metodologia estruturada para que indústrias e empresas possam identificar, analisar e avaliar, de forma rápida e abrangente, os potenciais riscos para as pessoas com relação a nanotecnologia. http://www.tuev-sued.de/technical_installations/riskmanagement/nanotechnology

¹⁰⁶ O *Code of Conduct for Responsible Nanosciences and Nanotechnologies Research* – Código de Conduta para o Desenvolvimento Responsável da Nanociência e Nanotecnologia – é uma ferramenta desenvolvida pela Comissão das Comunidades Europeias, após realização de consulta pública, com objetivo de governar as pesquisas no campo e promover o desenvolvimento da nanociência e nanotecnologia de maneira integrada, segura e responsável. Inclui a adoção de sete princípios gerais: *Meaning, Sustainability, Precaution, Inclusiveness, Excellence, Innovation e Accountability*.

¹⁰⁷ O *Responsible NanoCode* é um código que introduz princípios de conduta voluntários para uma boa prática em relação às nanotecnologias por parte das empresas. (<http://www.nanoandme.org/downloads/The%20Responsible%20Nano%20Code.pdf>). BERGER FILHO, Ailton Guilherme; VIEIRA, Gustavo Oliveira. *O Direito Internacional* [...]. Op. Cit, p. MARCHANT, Gary E. *'Soft Law' mechanisms for nanotechnology: liability and insurance drivers* [...]. Op. Cit., pp.711-713.

macroscópica e, ainda hoje, inexistem estudos que possam fornecer estimativas científicas quantitativamente credíveis com relação aos riscos presentes nas vastas aplicações advindas da nanotecnologia¹⁰⁸.

É certo que não podemos afirmar, categoricamente, que uma partícula seja tóxica exclusivamente pelo fato de estar em nanoescala, mas, atentando às características apresentadas por estas, parece-nos mais prudente assumir a postura de que as nanopartículas apresentam um potencial de causarem algum dano¹⁰⁹.

Perante as vastas aplicações da nanotecnologia nos diversos setores produtivos, os riscos multiplicam-se, apresentam novas especificidades e, também, alteram-se as pessoas a serem supostamente afetadas. A imagem abaixo facilita a compreensão e contribui para guiar nosso raciocínio acerca das pessoas expostas e dos possíveis impactos, tanto do ponto de vista do meio ambiente, quanto dos seres humanos.

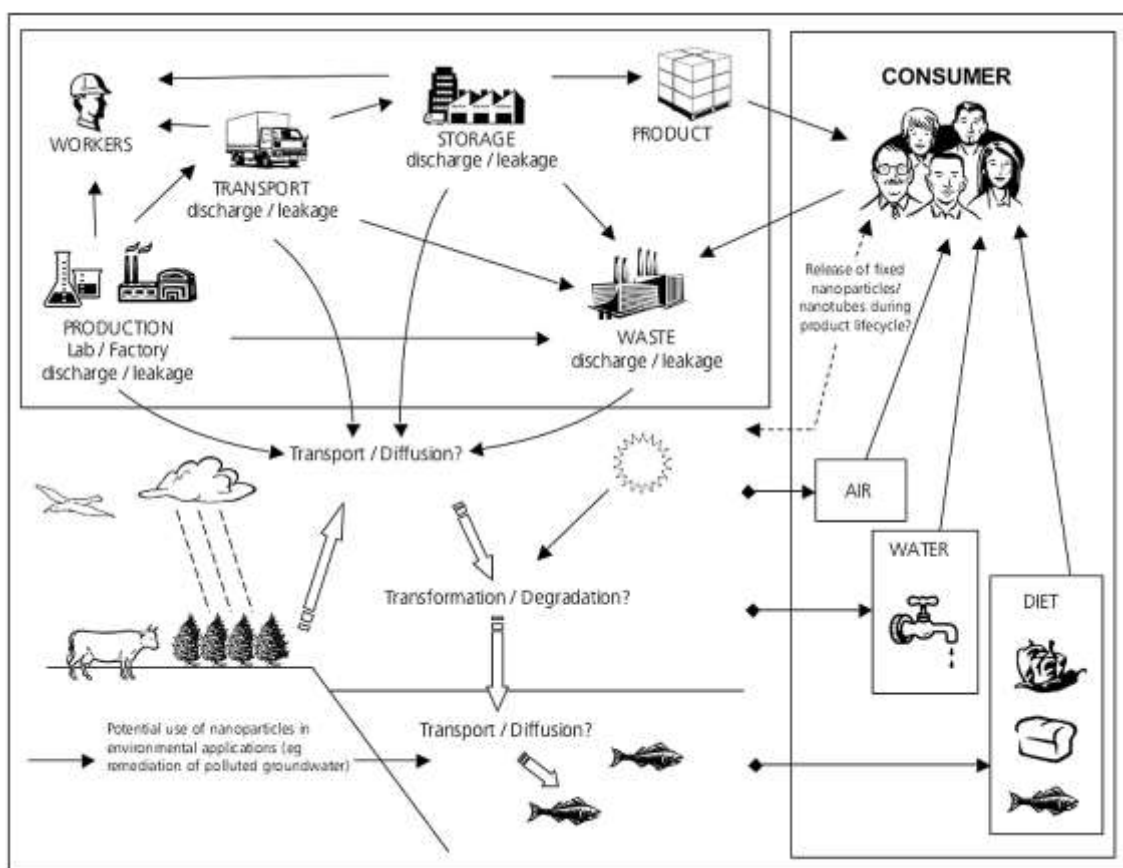


Figura1: Algumas vias de exposição dos nanomateriais¹¹⁰.

¹⁰⁸ MELO, Helena Pereira de. “No Date, no Market”: a aplicação do Princípio da Precaução à Nanotecnologia. In Revista da Faculdade de Direito da Universidade do Porto. Porto, 2010, p. 3-5.

¹⁰⁹ Ibidem, p.4.

¹¹⁰ The Royal Society & The Royal Academy of Engineering. *Nanoscience and nanotechnologies: opportunities and uncertainties*. Londres, 2004. Arquivo Eletrônico. Disponível em: <http://www.nanotec.org.uk/report/Nano%20report%202004%20fin.pdf>.

Devido a ausência de dados científicos conclusivos quanto a existência de segurança diante da exposição à nanopartículas, alguns grupos, muito em virtude do constate contato, aparecem como mais suscetíveis de sofrerem prejuízos em decorrência destes materiais, são eles: os investigadores, os trabalhadores e os consumidores.

Os *investigadores* que, no exercício natural de suas funções, manipulam nanopartículas e estão expostos a uma quantidade significativa de substâncias químicas que podem implicar em danos à sua saúde, mesmo que o manuseio destas ocorra em quantidades relativamente pequenas, é importante que haja dados mais específicos quanto ao controle desta exposição nos laboratórios de pesquisa¹¹¹.

Os *trabalhadores* de empresas que possuam como parte do fabrico nanomateriais ou que os contenham como matéria-prima de outros produtos. Posto que não há informações suficientes para garantir a segurança destes no ambiente de trabalho, por meio, por exemplo, de ferramentas de segurança capazes de impedir emissões acidentais de nanopartículas, o vazamentos e dispersões destas matérias e, ainda, que evidências científicas indicam que a exposição do trabalhador a nanomateriais pode significar prejuízos para sua saúde respiratória, cardiovascular ou até mesmo pode implicar em riscos neurológicos. Ainda não há certezas sobre a natureza nem sobre o grau dos riscos a que estão expostos os trabalhadores. No entanto, mesmo tratando-se de análises complexas e minuciosas, padrões de limite de exposição aparecem como essenciais na gerência destes potenciais riscos¹¹²⁻¹¹³.

A introdução de novos produtos decorrentes da nanotecnologia acontece em uma velocidade superior àquela utilizada para a materialização dos conhecimentos específicos para a gestão dos seus riscos. O que pode ser nitidamente visualizado é que comercialização ocorre mais rapidamente do que o processo de financiamento e conclusão de pesquisas sobre como lidar com os riscos específicos destas novas tecnologias. Assim, medidas de proteção com dados concretos e suficientes para uma adequada gestão dos riscos ficam atrás da introdução destas aplicações no mercado¹¹⁴. Estes fatores levam a um crescente número de consumidores de produtos com nanopertículas, de forma que a exposição deste grupo de pessoas segue a mesma linha

¹¹¹ MELO, Helena Pereira de. “No Date, no Market” [...] Op. Cit, p. 37

¹¹²The Royal Society & The Royal Academy of Engineering. *Nanoscience and nanotechnologies* [...]. Op. Cit., pp. 35-50.

¹¹³HOWARD, John; MURASHOV, Vladimir. *National Nanotechnology Partnership to Protect Workers*. In: *Journal of Nanoparticle Research*. Vol. 11, Ed. 7ª, 1673-1683, 2009.

¹¹⁴Ibdem, p.3.

de preocupação dos investigadores e trabalhadores – a ausência de informações suficientes para um contato seguro – ficando, os consumidores, sujeitos a terem contato com estas partículas através da *inalação*, *ingestão* e do *contato com a pele*.

Sabendo-se disto é que as discussões sobre os potenciais riscos destes nanomateriais têm vindo à tona, tal reflexão é pertinente tendo em vista que estas figuram como as principais vias de recepção de nanopartículas e, desta forma, merecem atenção quanto à possibilidade de acarretarem efeitos prejudiciais para a saúde. O maior risco de absorção de nanopartículas pelos seres humanos é através da inalação, estas, quando são liberadas no ar, podem ser facilmente inaladas, fator que atinge principalmente os trabalhadores em seu local de trabalho. A maior preocupação com relação à inalação de nanopartículas reside no fato de que quanto menor for o tamanho da partícula, mais fácil é desta atravessar as barreiras naturais do aparelho respiratório e poder causar, por exemplo, inflamações pulmonares graves. Dependendo do grau de toxicidade das nanopartículas e da dose a que as pessoas foram expostas, estas podem acarretar, também, doenças como a asma, obstruções crônicas e pulmonares¹¹⁵.

O contato das nanopartículas com o organismo humano pode ocorrer, ainda, através da ingestão e, em consequência disto, causar impactos negativos no fígado. As principais rotas de ingestão fazem-se por meio da água, que contenha nanopartículas utilizadas no seu processo de purificação, por exemplo, nos filtros ou desinfetantes; dos alimentos, que tenham tido algum contato prolongado com utensílios com alguma nanopartícula, por exemplo, nas embalagens; e, dos medicamentos, que façam uso de nanomateriais em sua composição¹¹⁶⁻¹¹⁷.

Nos últimos tempos outro problema merece maior atenção trata-se de, muito devido à inclusão de nanomateriais na composição de filtros solares e cosméticos, a pele ter tornado-se uma das principais vias de entrada de nanopartículas e seus possíveis efeitos para a saúde das pessoas vem sendo alvo de intensas preocupações. Há poucas certezas científicas quanto a capacidade de penetração na pele destas partículas ou, até mesmo, como estas interagem com as células da epiderme. O risco desta exposição encontra fundamento exatamente nesta alta capacidade de penetração característica dos

¹¹⁵ PASCHOALINO, Matheus P., MARCONE, Glauciene P. S. e JARDIM, Wilson F. *Os Nanomateriais e a Questão Ambiental*. In: Revista Química Nova. São Paulo, vol. 33, n.º 2, pp. 421-430, 2010, p. 421-424.

¹¹⁶ *Ibidem*

¹¹⁷ MAYNARD, Andrew D. *Nanotechnology: assessing the risks*. In: NanoToday. Vol. 1, n.º 2, 2006, pp. 22- 32.

nanomateriais, pois, a depender desta, estes podem atingir a corrente sanguínea e, assim, propalar-se por todo o organismo¹¹⁸. Verifica-se, atualmente, que tanto a ingestão quanto penetração cutânea tendem a aparecerem como rotas cada vez mais significativas de exposição à nanomateriais, por força da quantidade crescente de produtos com tais materiais¹¹⁹.

Para além dos riscos que a nanotecnologia pode acarretar para saúde humana, também devem ser considerados os possíveis efeitos nocivos para o meio ambiente. O tamanho reduzido das nanopartículas facilita a sua dispersão e absorção no meio ambiente, além de, ao mesmo tempo, tornar mais difícil a sua remoção, assim, “a dispersão e persistência de nanopartículas, intencional ou não intencionalmente liberadas, podem ter efeitos prejudiciais para o ambiente, incluindo os ecossistemas. É assim essencial que, à semelhança do que foi feito relativamente aos produtos produzidos a partir de organismos geneticamente modificados, que sejam adotadas medidas para garantir a rastreabilidade, a transferência, a manipulação e a utilização seguras de produtos produzidos com recurso à Nanotecnologia¹²⁰”. Indubitavelmente, o aumento da produção, utilização e eliminação de produtos com nanopartículas levará a um crescimento significativo de emissões no meio ambiente. No entanto, ainda há poucos dados conclusivos quanto ao destino e o comportamento destes nanomateriais e, conseqüentemente, sobre quais os efeitos desta liberação para a os ecossistemas¹²¹.

É importante apontar os possíveis meios de dispersão destas nanopartículas no ambiente, através, por exemplo, de acidentes ocorridos durante o processo de produção, no armazenamento destes produtos ou até mesmo no transporte dos mesmos. Para além das considerações acerca das maneiras em que são descartadas as sobras advindas da produção ou do uso¹²².

O aumento drástico da presença de derivados da nanotecnologia, ou seja, da intensificação da incorporação de nanopartículas em produtos do consumo diário das pessoas, outro fator merece uma reflexão, nomeadamente pelos efeitos prejudiciais que

¹¹⁸ PASCHOALINO, Matheus P., MARCONE, Glauciene P. S. e JARDIM, Wilson F. *Os Nanomateriais* [...] Op. Cit.

¹¹⁹ MAYNARD, Andrew D. *Nanotechnology* [...] Op. Cit.

¹²⁰ MELO, Helena Pereira de. *Does Size Matter? A Nanotecnologia e o Direito*. In: Estudos Comemorativos dos 10 Anos da Faculdade de Direito da Universidade Nova de Lisboa. Vol. I. Almedina. p. 279.

¹²¹ KLAINE, Stephen J.; ALVAREZ, Pedro J.J.; BATLEY, Graeme E.; outros. *Nanomaterials in The Environment: behavior, fate, bioavailability and effects*. In: Environmental Toxicology and Chemistry, Vol. 27, No. 9, pp. 1825–1851, 2008, pp. 1825 – 1828.

¹²² JUNIOR, Jorge Luiz dos Santos. *Ciência do Futuro* [...] Ob.Cit., p.43.

traz ao meio ambiente – ar, água, solo - quando da liberação destes nanomateriais. É que tal liberação faz surgir um novo e desconhecido tipo de resíduos, o *nanolixo*. Uma vez que grande parte dos produtos que contêm nanomateriais já podem ser facilmente encontrados no mercado, é necessário saber como é que eles serão tratados e descartados após o término da sua utilização, além de estudos específicos voltados para o estabelecimento do nível toxicidade destes nanomateriais. O que está na base de tudo isto é o facto de o nanolixo não se comportar no meio ambiente da mesma maneira que o lixo em sua forma originária. Assim, os testes padrão não serem ideais para prever o comportamento destes materiais quando liberados no ambiente¹²³.

As nanopartículas podem ser encontradas e liberadas (de maneira intencional ou não) a partir em inúmeros produtos, como tintas, cosméticos, farmacêuticos, têxteis, eletrônicos. Uma gestão eficaz dos nanoprodutos deve levar em consideração um monitoramento contínuo dos mesmos, tendo por base informações acerca de todo o ciclo de vida do produto para, assim, poder controlá-lo durante todo o período e, deste modo, prevenir a ocorrência de efeitos nocivos que o nanolixo poderia acarretar no futuro¹²⁴. Ou seja, a adequada gestão do nanolixo deve compreender o mesmo durante todo o seu ciclo de vida para assim prevenir seus potenciais riscos, tendo em vista que apenas “através de análises de ciclo de vida, aplicadas aos processos de valorização ou de eliminação viáveis, será possível tomar as decisões ambiental mente mais *adequadas e responsáveis*. Tais estudos deverão dirigir-se à procura da melhor alternativa de gestão, a implementar na melhor localização possível em cada caso concreto¹²⁵”.

¹²³ PIOTROWSKA, Grazyna Bystrzejewska-, GOLIMOWSKI, Jerzy e URBAN, Pawel L. *Nanoparticles: Their potential toxicity, waste and environmental management*. In: Waste Management. Vol. 29. p. 2415-2614 .

¹²⁴ PIOTROWSKA, Grazyna Bystrzejewska-, GOLIMOWSKI, Jerzy e URBAN, Pawel L. *Nanoparticles: Their potential toxicity, waste and environmental management*. [...]. Op. Cit.

¹²⁵ ARAGÃO, Alexandra. *O Direito dos Resíduos*. Coimbra. Almedina. 2003. p .34

PARTE II – NANOCOSMÉTICOS INSERIDOS NO MERCADO: AUSÊNCIA DE REGULAMENTAÇÃO E NOVOS DESAFIOS

1. *Cosméticos: Conceito e Evolução Histórica*

O termo cosmético vem do grego *kosmos*, e foi utilizado pela primeira vez por Pitágoras, refere-se á organização e harmonização do mundo como um todo¹²⁶ e, em seguida, também de origem grega, pela expressão derivada *kosmetikós* que quer dizer embelezar, enfeitar. É comumente utilizado para todas as substâncias que tenham como objetivo embelezar externamente o corpo, através de produtos que visem alterar a aparência normal, com a finalidade de limpar, rejuvenescer, encobrir imperfeições, ou seja, embelezar o corpo, para realçá-lo e, assim, torná-lo mais atrativo. A *cosmetologia* é o nome dado a ciência que está voltada ao estudo das diferentes condições de preservação e melhoria estética dos seres humanos.

Como pode ser visualizado, desde sua origem os *cosméticos* encontram estreita relação com a ideia de beleza, enfeites e valorização estética. Entende-se por produto cosmético, toda e qualquer substância, preparação ou mistura que, misturando conhecimentos de diversas disciplinas como química, biologia, farmácia e medicina, voltem-se para o contato com o corpo humano, tendo por objetivo limpar, perfumar, embelezar, melhorar ou mantê-lo em bom estado, corrigir odores.

Para saber se um produto se encaixa no rol de produtos cosméticos é necessário que haja uma avaliação caso a caso levando em consideração todas as características deste. Dentre os produtos cosméticos estão incluídos os “cremes, emulsões, loções, geles e óleos para a pele, máscaras de beleza, bases coloridas (líquidos, pastas, pós), pós para maquiagem, pós para aplicação após o banho, pós para a higiene corporal, sabonetes, sabonetes desodorizantes, perfumes, águas de toilette e águas-de-colônia, preparações para banhos e duches (sais, espumas, óleos, geles), depilatórios, desodorizantes e antitranspirantes, corantes capilares, produtos para ondulação, desfrisagem e fixação do cabelo, produtos de mise en plis e brushing, produtos de limpeza do cabelo (loções, pós, champôs), produtos de manutenção do cabelo (loções, cremes, óleos), produtos para pentear (loções, lacas, brilhantinas), produtos para a barba

¹²⁶ CORRÊA, Marcos Antonio. *Cosmetologia: ciência e técnica*. Livraria e Editora Medfarma. São Paulo, 2012, p. 15.

(sabões, espumas, loções), produtos de maquiagem e desmaquiagem, produtos para aplicação nos lábios, produtos para cuidados dentários e bucais, produtos para cuidados e maquiagem das unhas, produtos para a higiene íntima externa, produtos para protecção solar, produtos para bronzamento sem sol, produtos para branquear a pele e produtos anti-rugas¹²⁷”.

Há milhares de anos já podemos verificar o uso dos cosméticos pelos seres humanos, os povos primitivos, por exemplo, possuíam como hábito a pintura do corpo. Mas é no Egito antigo, há aproximadamente 3.000 a.C, onde se encontram os primeiros registros do uso dos cosméticos, uma das marcantes características do povo egípcio era a pintura dos olhos, além disto, faziam uso do mel das abelhas, leite, gordura vegetal e animal no preparo de cremes para a pele¹²⁸.

Entretanto, somente durante o período das Cruzadas é que, devido à forte utilização por parte seus participantes que desenvolveram o *culto à beleza e a ternura*, o uso de produtos cosméticos veio a ser difundido pela Europa.

Vale ressaltar que durante a história tiveram várias épocas em que os cosméticos enfrentaram fortes dificuldades. Durante o Puritanismo, na Inglaterra, liderado por Oliver Cromwell, o uso dos cosméticos e perfumes entrou em uma forte decadência e foram praticamente banidos. Mas a crise chegou ao seu ápice no ano de 1.770, quando o Parlamento Inglês proibiu o uso dos produtos cosméticos, igualando-os à bruxaria e tornando possível anular ou invalidar o matrimônio caso a mulher viesse a utilizar perfumes, cosméticos, perucas, pinturas, dentes artificiais, cabelos falsos, espartilhos, saltos altos ou qualquer produto de limpeza¹²⁹.

No século XIX, os cosméticos passaram a ser fabricados de forma artesanal na casa das pessoas e ganharam novamente popularidade. Mas apenas no século XX, muito devido ao ganho de maiores liberdades individuais pelas mulheres, é que os cosméticos passaram a ser produzidos industrialmente e, assim, em maior quantidade. Aliado a isto, as evoluções tecnológicas e os conhecimentos científicos foram de grande contributo para a condução do desenvolvimento de produtos cosméticos mais sofisticados, eficientes, seguros e com o custo inferior.

¹²⁷ UNIÃO EUROPEIA. *Regulamento (CE) n.º 1223/2009 do Parlamento Europeu e do Conselho de 30 de Novembro de 2009, relativo aos produtos cosméticos*. Sétimo Ponto. Arquivo Eletrónico. Disponível em: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:342:0059:0209:pt:PDF>

¹²⁸ CONSELHO REGIONAL DE QUÍMICA – IV Região. *História dos Cosméticos*. Arquivo Eletrónico. Disponível em: <http://www.crq4.org.br/historiadoscosmeticosquimicaviva>

¹²⁹ *Ibidem*

A partir daí houve o surgimento das marcas mais famosas do mundo como a Avon, Helena Rubinstein, Elizabeth Arden, Revlon. Mais tarde as maquiagens tornaram-se variadas e a alta-costura italiana passou a influenciar no surgimento de novas cores, começou-se, também, a dar ênfase à importância dos filtros solares na prevenção dos danos provocados pela excessiva exposição ao sol¹³⁰.

Os cosméticos ganharam uma dimensão geral, os consumidores passaram a ter mais rigor na exigência de qualidade e segurança, com isso os produtos ficaram cada vez mais eficazes e encurtaram-se os prazos para a obtenção dos resultados pretendidos. Tais produtos adquiriram, então, a característica de serem multifuncionais, ao mesmo tempo em que hidratam previnem o envelhecimento, as maquiagens além do realce na beleza contém protetor solar. As inovações foram inúmeras e atualmente o mercado dos cosméticos encontra-se bastante desenvolvido e sofisticado, com uma gama de produtos que atraem uma vasta quantidade de consumidores.

Daí que, na busca incessante por melhorias e avanços científicos que permitissem o fabrico de cosméticos diferenciados, é que surgem os produtos advindos da nanotecnologia, a empresa L`Oreal foi a primeira a lançar tais produtos no mercado. No entanto, é sabido que na atualidade diversas empresas em todo o mundo já comercializam os chamados *nanocosméticos*.

1.1 *Cosméticos no Brasil*

Dada a proporção adquirida e a natureza das composições dos produtos cosméticos, além de sua influência a nível econômico e social, necessário se fez a adoção de normas voltadas para o seu controle e monitoramento, de forma que assegurassem a adequação destes às finalidades as quais se destinam, desde antes da sua introdução no mercado até a produção, síntese, armazenamento, importação e exportação, garantindo a qualidade dos produtos e a proteção da saúde humana¹³¹.

¹³⁰CONSELHO REGIONAL DE QUÍMICA – IV Região. *História dos Cosméticos* [...]. Op. Cit.

¹³¹ Conforme estabelece o art.2º, da Lei nº 6360, de 23 de setembro de 1976, cabe a ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária, que é um órgão vinculado ao Ministério da Saúde, exercer esse controle sobre os produtos cosméticos, cujas empresas destinadas a tal fim estão sujeitas á autorização deste para poderem “extrair, produzir, fabricar, transformar, sintetizar, purificar, fracionar, embalar, reembalar, importar, exportar, armazenar ou expedir” tais produtos de maneira regular. BRASIL. *Lei nº 6360/76 – Sobre a Vigilância Sanitária*. Arquivo Eletrônico. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/16360.htm

A definição adotada pelo Brasil para os produtos cosméticos está em concordância com os padrões definidos em todo o mundo no tocante ao setor, entende-se por cosméticos, produtos de higiene e perfumes, como sendo todas as “preparações constituídas por substâncias naturais ou sintéticas, de uso externo nas diversas partes do corpo humano, pele, sistema capilar, unhas, lábios, órgãos genitais externos, dentes e membranas mucosas da cavidade oral, com o objetivo exclusivo ou principal de limpá-los, perfumá-los, alterar sua aparência e ou corrigir odores corporais e ou protegê-los ou mantê-los em bom estado¹³²⁻¹³³”.

Vale salientar que a legislação classifica os cosméticos de acordo com o grau de risco que oferecem, tendo por base critérios como a finalidade de uso do produto, as áreas do corpo que serão abrangidas pelo uso, a maneira de utilização e os cuidados a observação dos cuidados necessários quando da utilização. E, ainda, exige para que sejam registrados, que estes garantam a segurança da saúde de seus usuários, determinando que “somente serão registrados como cosméticos produtos para higiene pessoal, perfumes e outros de natureza e finalidade semelhantes, os produtos que se destinem a uso externo ou no ambiente, consoante suas finalidades estética, protetora, higiênica ou odorífera, sem causar irritações à pele nem danos à saúde¹³⁴⁻¹³⁵”.

De acordo com dados da Associação Brasileira da Indústria de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos (ABIHPEC) o setor demonstra uma força incrível, tendo apresentado nos últimos dezoito anos um crescimento médio de 10% ao ano. Este crescimento se reflete na estimativa de faturamento que em 1999 era de R\$ 4,9 bilhões, em 2006 este número já cresce para R\$17,5 bilhões, em 2011 chega a 29,9 bilhões e, em 2013 salta ainda mais, atingindo R\$38,2 bilhões.

¹³² ANVISA. *Resolução RDC n.º 79, de 28 de agosto de 2000*. Anexo I. Arquivo Eletrônico. Disponível em: http://www.anvisa.gov.br/cosmeticos/guia/html/79_2000.pdf

¹³³ É adotada ainda, em conformidade com o art.3º, da Lei nº 6063/1976, a definição de enquadramento específico dos produtos cosméticos como sendo aqueles “produtos para uso externo, destinados à proteção ou ao embelezamento das diferentes partes do corpo, tais como pós faciais, talcos, cremes de beleza, creme para as mãos e similares, máscaras faciais, loções de beleza, soluções leitosas, cremosas e adstringentes, loções para as mãos, bases de maquiagem e óleos cosméticos, ruges, "blushes", batons, lápis labiais, preparados anti- solares, bronzeadores e simulatórios, rímeis, sombras, delineadores, tinturas capilares, agentes clareadores de cabelos, preparados para ondular e para alisar cabelos, fixadores de cabelos, laquês, brilhantinas e similares, loções capilares, depilatórios e epilatórios, preparados para unhas e outros”. . BRASIL. *Lei nº 6360/76 – Sobre a Vigilância Sanitária* [...].

¹³⁴ ANVISA. *Resolução RDC n.º 79, de 28 de agosto de 2000* [...]. Artigo n.º 26.

¹³⁵ As regras estabelecidas pelos regulamentos brasileiros, no que toca os produtos cosméticos, estão em perfeita harmonia com os instrumentos propostos no âmbito do MERCOSUL. ANVISA. *Resolução RDC n.º 79, de 28 de agosto de 2000* [...].

Ainda consoante dados do estudo, o crescimento acelerado do setor ocorreu devido ao contributo de inúmeros fatores como o “acesso das classes D e E aos produtos do setor, devido ao aumento de renda; os novos integrantes da classe C passaram a consumir produtos com maior valor agregado; participação crescente da mulher brasileira no mercado de trabalho; a utilização de tecnologia de ponta e o conseqüente aumento da produtividade, favorecendo os preços praticados pelo setor, que tem aumentos menores do que os índices de preços da economia em geral; lançamentos constantes de produtos atendendo cada vez mais às necessidades do mercado; aumento da expectativa de vida, o que traz a necessidade de conservar uma impressão de juventude¹³⁶”.

Outro fator importante é o número de empresas atuantes da área de higiene pessoal, perfumaria e cosméticos no Brasil que, até 2013, já apresentou a quantidade de 2.470 empresas no mercado.

No que diz respeito ao mercado mundial, ainda com dados da ABIHPEC, conforme constatado pelo Euromonitor em 2011, o Brasil ocupa a terceira posição no mercado de higiene pessoal, perfumaria e cosméticos, ficando atrás apenas dos Estados Unidos e da China, e na frente de grandes potências como Japão, Alemanha, Reino Unido, França, Rússia e Itália.

1.2 Cosméticos na União Europeia

A fim de garantir o funcionamento do mercado interno e um elevado nível de proteção à saúde humana, a União Europeia optou por condensar no Regulamento nº 1223/2009 do Parlamento Europeu e do Conselho, datado de 30 de novembro de 2009, as normas a serem cumpridas pelos Estados-Membros relativas aos produtos cosméticos, assegurando que tais requisitos jurídicos sejam aplicados concomitantemente em toda a Comunidade.

Primeiramente, compreende o Regulamento que os produtos cosméticos são definidos por toda e “qualquer substância ou mistura destinada a ser posta em contacto com as partes externas do corpo humano (epiderme, sistemas piloso e capilar, unhas, lábios e órgãos genitais externos) ou com os dentes e as mucosas bucais, tendo em vista,

¹³⁶ ABIHPEC – Associação Brasileira da Indústria de Higiene Pessoal Perfumaria e Cosméticos. *Panorama do Setor - 2014*. Arquivo Eletrônico. Disponível em: <http://www.abihpec.org.br/wp-content/uploads/2014/04/2014-PANORAMA-DO-SETOR-PORTUGU%C3%8AS-21-08.pdf>

exclusiva ou principalmente, limpá-los, perfumá-los, modificar-lhes o aspecto, protegê-los, mantê-los em bom estado ou corrigir os odores corporais¹³⁷”.

O Regulamento exige que para a colocação de produtos cosméticos no mercado deve-se designar uma pessoa singular ou coletiva como responsável, de forma que esta garanta o cumprimento das obrigações estabelecidas e facilite-se, assim, a possibilidade de uma melhor identificação de responsabilidades¹³⁸. A pessoa responsável deve garantir a observância no tocante a matérias relativas à segurança dos produtos, proteção da saúde humana e prestação de informações aos consumidores.

Os produtos cosméticos devem, de acordo com a legislação, assegurar um elevado nível de segurança da saúde humana, desde que utilizados em condições normais ou razoavelmente previsíveis, de maneira que a relação custo-benefício destes não são abeis para justificar qualquer para a saúde humana. Fica a cargo da pessoa responsável, certificar-se acerca da submissão destes a uma adequada avaliação de segurança, levando em consideração a utilização prevista, a exposição aos diferentes ingredientes da formulação final e o perfil toxicológico tanto relativo aos ingredientes quanto ao produto final.

Todas as informações relacionadas a determinado produto na sua “rotulagem, na disponibilização no mercado e na publicidade dos produtos cosméticos, o texto, as denominações, marcas, imagens ou outros sinais, figuras ou não, não podem ser utilizados para atribuir a esses produtos características ou funções que não possuem¹³⁹”. Estas alegações vinculadas aos produtos devem servir para garantir uma informação segura aos utilizadores finais, devem ser transmitidas de maneira compreensiva, útil e fíável, de modo que leve em conta o contexto social, a diversidade linguística e cultural, além das expectativas de cada consumidor acerca do produto e, assim, atendam ao objeto de orientá-los a tomar decisões informadas e escolhas que atendam às suas necessidades e expectativas¹⁴⁰.

Vislumbramos a necessidade de mencionar, ainda, as medidas adotadas pela União Europeia no tocante à utilização dos animais para realização de experimentos cosméticos. É certo que os produtos cosméticos devem ser seguros para os aqueles que

¹³⁷ UNIÃO EUROPEIA. *Regulamento (CE) n.º 1223/2009 [...]*. Artigo n.º 2º, alínea a).

¹³⁸ UNIÃO EUROPEIA. *Regulamento (CE) n.º 1223/2009 [...]*. Artigo n.º 4º, 5º e 6º.

¹³⁹ UNIÃO EUROPEIA. *Regulamento (CE) n.º 1223/2009 [...]*. Artigo n.º 20º.

¹⁴⁰ UNIÃO EUROPEIA. *Regulamento (CE) n.º 655/2013 da Comissão Europeia de 10 de julho de 2013 que estabelece critérios comuns para justificação das alegações relativas a produtos cosméticos*. Ponto 6. Arquivo Eletrónico. Disponível em: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2013:190:0031:0034:PT:PDF>

os utilizarem em condições normais ou razoavelmente previsíveis, com estudos voltados para a sua absorção cutânea e todas as informações necessárias a respeito dos seus riscos e efeitos no contato humano¹⁴¹. Desta forma, os riscos inerentes a exposição destes produtos são avaliados através de um processo que leva em consideração todos os componentes do produto, bem como suas características e reações, ocorre que, por muito tempo, o método de estudo que traçava este perfil toxicológico dos cosméticos teve por base experimentos em animais.

A sociedade atualmente vive um momento de maior conscientização acerca da valorização do bem-estar animal, esta mudança de mentalidade ganhou força com o princípio dos 3R's, *Reduction, Refine, Replace* (Reduzir, Refinar, Substituir), no sentido de reduzir o número de animais das pesquisas, melhorar as técnicas para diminuição do sofrimento animal e, por fim, buscar meios alternativos que substitua os testes *in vivo*¹⁴². Seguindo este caminho de maior valorização do bem-estar animal é que a União Europeia estabeleceu, com data-limite desde 11 de março de 2013, a proibição total de comercialização de qualquer produto cosmético que tenha sido objeto de ensaios em animais, levando em consideração que o desenvolvimento cosmético não justifica tais experimentos. A Comissão Europeia considera que a entrada em vigor da “proibição total de comercialização constitui um sinal importante do valor que a Europa atribui ao bem-estar dos animais. A Comissão está empenhada em continuar a apoiar o desenvolvimento de métodos alternativos e a dialogar com os países terceiros para que sigam a nossa abordagem europeia. Trata-se de uma grande oportunidade para a Europa de dar um exemplo de inovação responsável no domínio dos cosméticos, sem que tal afete a segurança dos consumidores”.

O mercado cosméticos apresenta um crescimento acelerado e dinâmico, diante do cenário em nível mundial, observa-se que alguns países da Comunidade como a Alemanha, Reino Unido, França e Itália aparecem dentre os dez primeiros em relação ao mercado de higiene pessoal, perfumaria e cosméticos, conforme afirmam dados do

¹⁴¹ CRUZ, Sara Marques da; ANGELIS, Lúcia Helena. *Alternativas aos Testes de Segurança de Cosméticos em Animais*. In: Pós em Revista. Ed. 5. 2012. Arquivo Eletrônico. Disponível em: <http://posemrevista.files.wordpress.com/2012/06/pdf-e5-s31.pdf>. Página 2.

¹⁴² CAZARIN, Karen Cristine Ceroni, CORRÊA, Cristiana Leslie e ZAMBRONE, Flávio Ailton Duque. *Redução, Refinamento e Substituição do Uso de Animais em Estudos Toxicológicos: uma abordagem atual*. In: Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas. Vol. 40. 2004. Arquivo Eletrônico. Disponível em: <http://www.usp.br/bioterio/Artigos/Procedimentos%20experimentais/Alternativa%20toxicologia.pdf>

Euromonitor de 2013¹⁴³. No entanto, apesar da União Europeia manter-se como um dos principais mercados que movimenta o setor, Portugal não representa uma atuação significativa nestes números, estando ainda abaixo das expectativas, demonstrando um crescimento médio anual que gira em torno de 3% nos últimos oito anos, frisando-se que a este número devemos levar em consideração o declínio que do setor nos últimos quatro anos¹⁴⁴.

2. *Nanocosméticos: considerações gerais*

O setor dos cosméticos, a par com os produtos de higiene pessoal e perfumaria, representa uma área em que há forte incidência da nanotecnologia. A cada dia estão sendo inseridos no mercado produtos que possuem nanopartículas na sua formulação, o interesse nestes produtos reside no fato deles apresentarem a possibilidade de uma melhoria significativa em suas propriedades físicas e, desta forma, tendam cada vez mais a viabilizar a obtenção dos resultados pretendidos no menor prazo possível. Assim, a inclusão de técnicas mais sofisticadas tem o potencial de aumentar o *valor agregado dos produtos*, o que reflete no consumidor uma percepção de um melhor desempenho quando comparados com cosméticos convencionais¹⁴⁵.

Os nanocosméticos podem ser definidos como formulações ou preparações cosméticas que agregam ativos ou ingredientes nanoestruturados, o que lhes conferem alterações significativas em suas propriedades naturais e demonstram uma superior *performance* quando confrontados com produtos a base de ingredientes convencionais¹⁴⁶. Assim, “do ponto de vista científico, as vantagens do uso da nanobiotecnologia na produção de nanocosméticos e formulações dermatológicas são concernentes à proteção de ingredientes quanto à degradação química ou enzimática, ao controle de sua liberação (principalmente no caso de irritantes em altas doses) e ao

¹⁴³ ABIHPEC – Associação Brasileira da Indústria de Higiene Pessoal Perfumaria e Cosméticos. *Panorama do Setor – 2014* [...].

¹⁴⁴ EXPONOR – Feira Internacional do Porto. *Cosmética no Contexto Nacional e Internacional: monografia temática e setorial*. 2014. Arquivo Eletrônico. Disponível em: http://exponor.pt/documentos/feiras/2014/SIGMA_Monografia_Cosmetica_2014.pdf

¹⁴⁵ CENTRO ECOLÓGICO. *Nanotecnologia: a manipulação do invisível*. 2009. Arquivo Eletrônico. Disponível em: http://centroecologico.org.br/novastecnologias/novastecnologias_1.pdf. Página 38.

¹⁴⁶FRONZA, Tassiana; GUTERRES, Sílvia; POHLMANN, Adriana; TEIXEIRA, Helder. *Nanocosméticos: em direção ao estabelecimento de marcos regulatórios*. Editora UFRGS. Porto Alegre, 2007, p.14.

prolongamento do tempo de residência dos ativos cosméticos ou fármacos na camada córnea¹⁴⁷”.

Os nanocosméticos já encontram-se difundidos no mercado de todo o mundo, inseridos na indústria dos cosméticos convencionais, estes trazem um novo conceito para os produtos, lhes diferenciando em grau de eficiência daqueles com técnicas menos avançadas. Dentre os mercados que permanecem a impulsionar o setor destacam-se, de acordo com o Euromonitor de 2013, os Estados Unidos, a China, o Brasil e a Europa. Contudo, é essencial que mencionemos dados relativos ao aumento acentuado do consumo de cosméticos, produtos de higiene e perfumaria por parte de países não Ocidentais, como a Arábia Saudita, principalmente no que tange produtos voltados para os cuidados com a pele e com os cabelos que apresentam taxas elevadíssimas de crescimento de consumo¹⁴⁸. Tal fator vem a enfatizar a ideia central de que a indústria cosmética vem crescendo de maneira global e acelerada, apesar de estar mais acentuada em determinadas culturas, vem difundindo-se em todo o mundo.

A empresa pioneira na introdução de nanopartículas nos produtos cosméticos foi a L’Oreal que já em 1995 inovou seus produtos com a aplicação de técnicas à base nanotecnológica. Atualmente o setor possui produtos comercializados por diversas das maiores empresas cosméticas em todo o mundo.

Desta forma, na acelerada busca por melhorias e avanços científicos que permitissem o fabrico de cosméticos mais sofisticados e um diferencial na briga pela forte concorrência do setor, é que surgem os produtos advindos da nanotecnologia. Já estão disponíveis no mercado os mais variados tipos de cosméticos que possuem nanopartículas em suas fórmulas, como por exemplo: protetores solares, cremes para a face, maquiagens, clareamentos e cremes dentais, sabonetes, hidratantes, desodorantes, esmaltes, xampus e condicionadores, cremes anti-rugas, bases faciais, loções pós-barba, batons, sombras dentre outros produtos, fabricados por inúmeras empresas, dentre as maiores representantes do setor, como a já mencionada L’Oreal, Chanel, Shiseido, Revlon, Avon, Estée Lauder, Protector & Gamble e Natura¹⁴⁹.

¹⁴⁷FRONZA, Tassiana; GUTERRES, Sílvia; POHLMANN, Adriana; TEIXEIRA, Helder. *Nanocosméticos: em direção ao estabelecimento de marcos regulatórios*[...]. Op. Cit., p.14.

¹⁴⁸ AL ARABIYA NEWS. *Saudi Arabia and UAE top world list in consumption of cosmetics*.2012. Arquivo Eletrônico. Disponível em: <http://english.alarabiya.net/articles/2012/07/11/225712.html>

¹⁴⁹FRONZA, Tassiana; GUTERRES, Sílvia; POHLMANN, Adriana; TEIXEIRA, Helder. *Nanocosméticos: em direção ao estabelecimento de marcos regulatórios* [...]. Op. Cit., p.27.

Seus benefícios podem ser observados através da manipulação atômica voltada à criação de novas tonalidades de sombras, batons e esmaltes, pela introdução no mercado de produtos mais eficazes, tais como, antienvelhecimento; cremes que penetram de maneira mais profunda a pele e, devido a isto, causam uma maior sensação de hidratação e cuidado; sabonetes com antibacterianos ainda mais fortes, além de resultados em períodos mais curtos; e produtos multifuncionais¹⁵⁰. Tal característica dá-lhes a possibilidade de agregar mais de uma função em apenas um produto que, por exemplo, ao mesmo tempo em que hidrata previne contra o envelhecimento, as maquiagens além do realce da beleza possuem protetor solar.

As inovações foram inúmeras e atualmente o mercado dos nanocosméticos encontra-se bastante desenvolvido e sofisticado, com uma gama de produtos já disponíveis no mercado e que atrai um número cada dia maior de consumidores.

Na composição dos cosméticos, as nanoestruturas podem aparecer sob a forma de nanoemulsões, lipossomas, nanocápsulas, etc, aos quais estão inseridos nanopartículas como óxido de zinco, dióxido de titânio, óxido de alumínio, fulerenos, bem como nanopartículas de prata e de ouro. Estes nanomateriais possuem uma reatividade diferente daquela que demonstram quando em seu tamanho originário. Podemos citar como exemplo ouro que altera a sua cor quando colocado em escala nano, podendo ficar com a coloração vermelha ou azul. Os fulerenos utilizados em diversos produtos que terão contato com a pele – como os hidratantes e cremes faciais – podem se tornar altamente penetrantes. O óxido de zinco, utilizado na composição de cremes, alcoóis e protetores solares, quando em seu tamanho convencional possui uma coloração esbranquiçada e ao ser reduzido à escala nano tornam-se transparente. O dióxido de titânio que está presente nos protetores solares e, através do estrato córneo, possui a capacidade de penetrar em camadas mais profundas da pele¹⁵¹.

Estas características dão aos nanoprodutos a capacidade de se tornarem, em sua maioria, mais leves, suaves e com maior capacidade de penetração, podendo, inclusive, atingir níveis desconhecidos, o que gera algum receio quanto à utilização descontrolada destes produtos, posto que as suas reações e o seu potencial toxicológico ainda não são cientificamente conhecidos e estudados.

¹⁵⁰MILLER, Giorgia. *Nanotecnologia nos Cosméticos e nos Produtos de Higiene Pessoal: ciência pequena, grandes desafios*. Arquivo Eletrônico. Disponível em: <http://www.fundacentro.gov.br/dominios/CTN/anexos/Nanocosmeticos.pdf>

¹⁵¹FRONZA, Tassiana; GUTERRES, Sílvia; POHLMANN, Adriana; TEIXEIRA, Helder. *Nanocosméticos: em direção ao estabelecimento de marcos regulatórios*[...]. Op. Cit., p. 35-38.

Neste sentido, e em caminho para além dos benefícios oriundos destes novos cosméticos, é necessário que estejamos atentos aos possíveis riscos desta tecnologia. Devido a sua maior reatividade, é indispensável que compreendamos com exatidão quais os efeitos destes nanomateriais.

Estudos científicos indicam que os nanomateriais contidos na formulação dos produtos cosméticos possuem maior capacidade de penetração da pele e não se sabe ainda quais as reações do organismo quando da inalação e ingestão destas partículas. Estamos, portanto, diante de uma situação de incerteza científica frente aos novos riscos dos nanocosméticos e da necessidade urgente de adoção de medidas voltadas para garantia da segurança da saúde humana e do meio ambiente.

Neste contexto, fica cristalina a relevância jurídica da temática devido a dois fatores primordiais: a necessidade de uma atuação efetiva do Estado diante destes novos riscos e incertezas que expõem diretamente a saúde das pessoas e o equilíbrio ecológico e a possibilidade de conflitos sociais futuros devido a ausência de uma gestão preventiva e precaucional dos riscos, que deve ter como alicerce a sustentabilidade e a solidariedade intergeracional.

Como é sabido, os conflitos sociais que surgem com o aparecimento dos nanocosméticos exigem uma atuação do Estado, com a participação da sociedade como um todo, através da adoção de instrumentos e políticas que estejam aptas a lidar com situações de incerteza, por meio de uma gestão eficaz na prevenção e no controle dos riscos.

Os produtos convencionais já levam ao sistema judiciário uma série de ações contra empresas fabricantes em virtude da inobservância dos requisitos legais previstos para a introdução de um cosmético no mercado. Estas demandas judiciais podem ocorrer, por exemplo, pela ausência de informações necessárias nas embalagens, no que diz respeito ao modo correto de utilização e aos riscos de danos à saúde dos produtos; pelo incumprimento do dever de realização de testes de segurança dos produtos; pela utilização de substâncias não permitidas por lei ou pela inobservância da quantidade de utilização permitida para determinada substância; ausência de informação sobre a presença de determinada substância no produto, entre outras hipóteses¹⁵².

¹⁵²AGRAVO DE INSTRUMENTO - AÇÃO DE INDENIZAÇÃO POR DANOS ESTÉTICOS, MORAIS E MATERIAIS - UTILIZAÇÃO DE PRODUTO COSMÉTICO - OMISSÃO NA EMBALAGEM QUANTO À FORMA CORRETA DE UTILIZAÇÃO E RISCOS DE DANOS À SAÚDE - LESÕES NA PELÉ FACIAL - ANTECIPAÇÃO DE TUTELA DE VALOR PARA TRATAMENTO DERMATOLÓGICO. Presentes os requisitos do artigo 273, do Código de Processo Civil, correta é a

Tal constatação leva-nos a crer que urge a criação de um aparato regulatório que controle e monitore a introdução dos nanocosméticos no mercado e garanta a segurança da saúde humana e do equilíbrio ambiental. Podemos perceber claramente que inexistência de um adequado gerenciamento dos novos riscos pode vir a causar, para além dos efeitos prejudiciais à saúde e ao meio ambiente, um problema jurídico que materializa-se na possibilidade futura de diversas lides. Lides estas originadas em virtude da inércia estatal na adoção de um aparato regulatório que controle a incerteza científica e garanta a segurança dos consumidores de produtos cosméticos.

O reflexo desta inatuação do Estado na proteção dos consumidores poderar resultar em conflitos jurídicos concretos como, por exemplo, usuários que demandem as empresas por terem apresentado reações alérgicas, quedas de cabelo, machas ou outras doenças de pele como o câncer, causadas por nanosubstâncias contidas nos produtos cosméticos; mulheres que reclamem uma resposta do Estado por este ter sido omissos na implementação de uma legislação que garantisse a proteção da sua segurança e do feto

decisão que deferiu a antecipação da tutela em favor da autora. RECURSO DESPROVIDO. (TJ-PR - AI: 1292686 PR Agravo de Instrumento - 0129268-6, Relator: Eraclés Messias, Data de Julgamento: 04/12/2002, 6ª Câmara Cível, Data de Publicação: 16/12/2002 DJ: 6271). Arquivo Eletrônico. Disponível em: <https://www.tjpr.jus.br/>

No mesmo sentido: APELAÇÃO Nº 048010082484 APELANTE: AVON INDUSTRIAL LTDA APELADA: ROSIANE CONCEIÇÃO DOS SANTOS RELATOR: DES. CARLOS SIMÕES FONSECA A C Ó R D A O EMENTA: APELAÇÃO CÍVEL - INDENIZAÇÃO POR DANO MATERIAL, MORAL E ESTÉTICO - USO DE CREME CLAREADOR FACIAL FABRICADO E COMERCIALIZADO PELA EMPRESA APELANTE - LESÕES NA PELÉ DO ROSTO - RELAÇÃO DE CONSUMO - NÃO OBSERVÂNCIA DOS ARTS. 6º, III E 31 DO CDC - DEFEITO DE INFORMAÇÃO INERENTE À COMERCIALIZAÇÃO DO PRODUTO - NECESSIDADE DE TESTE DE CONTATO ANTES DO USO - RESPONSABILIDADE OBJETIVA DA APELANTE CONFIGURADA - DANOS MATERIAIS COMPROVADOS PELOS RECIBOS - POSSIBILIDADE DE CUMULAÇÃO DE DANOS MORAIS E ESTÉTICOS - DANOS MORAIS MENSURADOS DE ACORDO COM A EXTENSÃO DO DANO E DE FORMA PROPORCIONAL E RAZOÁVEL ÀS CIRCUNSTÂNCIAS DO CASO CONCRETO - REDUÇÃO DOS DANOS MORAIS - MANUTENÇÃO DOS DANOS ESTÉTICOS - RECURSO CONHECIDO E PARCIALMENTE PROVIDO. 1. A fabricante responde pela segurança do produto cosmético, sendo de sua inteira responsabilidade a colocação do mesmo no mercado com as devidas informações acerca dos componentes de sua fórmula e dos corretos modos de sua utilização, como se infere dos arts. 6º, III e 31, ambos do CDC. 2. A omissão da empresa apelante quanto à necessidade de teste de contato do produto antes do uso configura um defeito de informação, que enseja a sua responsabilização objetiva na forma do art. 12 do CDC. 3. A empresa apelante deve indenizar o consumidor pelos danos materiais comprovados por meio de recibos de medicamentos e atendimentos médicos decorrentes da utilização do produto cosmético. 4. No c. STJ é firme entendimento no sentido de ser possível a cumulação de danos morais e danos estéticos [...] 7. Recurso conhecido e parcialmente provido. Vistos, relatados e discutidos estes autos de recurso de Apelação Cível, ACORDA a Colenda Primeira Câmara Cível, na conformidade da ata da sessão, à unanimidade de votos, CONHECER do recurso para DAR-LHE PARCIAL PROVIMENTO e reformar a sentença tão somente para alterar a fixação da indenização por dano moral, minorando-a para R\$ 5.000,00 (cinco mil reais), mantendo a sentença de 1º grau no que lhe resta, nos termos do voto do eminente relator. Vitória (ES), 26 de abril de 2011. (TJ-ES - AC: 48010082484 ES 48010082484, Relator: Carlos Simões Fonseca, Data de Julgamento: 26/04/2011, Primeira Câmara Cível, Data de Publicação: 19/05/2011). Arquivo Eletrônico. Disponível em: <http://www.tjes.jus.br/>.

deformado em virtude da utilização dos produtos cosméticos durante a gravidez; ambientalistas que demandem a empresa gestora dos resíduos devido ao fato da utilização de nanopartículas em fertilizantes e agrotóxicos ter contaminado o solo e, assim, causado consequências em toda a cadeia alimentar; ambientalistas que demandem o Estado devido ao prejuízo sofrido pelas espécies marinhas em virtude da introdução de nanopartículas na água através dos protetores solares dos banhistas, e etc.

A união de todos estes fatores coadunam coma a ideia de que é suma importância que antes da introdução destes produtos no mercado de consumo que sejam feitas avaliações quanto aos potenciais riscos dos mesmos, bem como uma adequada informação do consumidor com relação aos possíveis malefícios dos nanocosméticos, para que, bem informado, este possa participar de forma efetiva na tomada de decisão quanto as questões relativas à introdução e aceitação destes produtos no mercado.

3. *A Regulamentação – ou ausência de – aplicada aos nanomateriais contidos em cosméticos*

Devido à ausência de regulamentação específica com relação ao controle e monitoramento dos nanomateriais postos no mercado, o Regulamento (CE) n.º 1907/2006, de 18 de Dezembro de 2006, do Parlamento Europeu e do Conselho, relativo ao Registro, Avaliação, Autorização e Restrição dos produtos químicos, o REACH, é ainda hoje, um dos principais instrumentos jurídicos aplicáveis aos nanomateriais, tendo por “objectivo assegurar um elevado nível de protecção da saúde humana e do ambiente e garantir a livre circulação das substâncias, [...] reforçando simultaneamente a competitividade e a inovação¹⁵³” com o intuito de atingir um desenvolvimento sustentável.

Apesar de não ser expressamente previsto no diploma legal, a definição de *substância*¹⁵⁴ adotada pelo REACH em seu Artigo n.º 3, n.º 1, terá uma interpretação extensiva no sentido de abranger, também, os nanomateriais. Pela previsão, caso estes

¹⁵³UNIÃO EUROPEIA. REACH - Regulamento (CE) n.º 1907/2006, de 18 de Dezembro de 2006, do Parlamento Europeu e do Conselho, relativo ao registro, avaliação, autorização e restrição dos produtos químicos. Considerando Número 1. Arquivo Eletrônico. Disponível em: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2007:136:0003:0280:pt:PDF>.

¹⁵⁴*Ibidem*. Artigo n.º 3, n.º 1, que define *substância* como sendo: “um elemento químico e seus compostos, no estado natural ou obtidos por qualquer processo de fabrico, incluindo qualquer aditivo necessário para preservar a sua estabilidade e qualquer impureza que derive do processo utilizado, mas excluindo qualquer solvente que possa ser separado sem afectar a estabilidade da substância nem modificar a sua composição”.

sejam produzidos ou importados em quantidades superiores a uma tonelada por ano, deverão ser registrados diante da Agência Europeia dos Produtos Químicos (EACH). Este pedido de registro deve ser acompanhado de um dossiê técnico, no qual estejam presentes todas as informações detalhadas sobre a substância, bem como seu processo de fabricação, utilizações, classificação e rotulagem. Temos que o registro simplificado não deveria ser adotado de maneira uniforme para todas as substâncias abrangidas pelo regulamento, tendo em vista que os nanomateriais possuem características e efeitos diferentes. No entanto, o Parlamento Europeu convidou a Comissão para rever o REACH quanto a esse registro simplificado, contudo, a Comissão se pronunciou no sentido de que considera o REACH adequado no que diz respeito aos limites e aos prazos de registro com base no volume¹⁵⁵.

Caso se pretenda registrar uma substância, que pode ser um nanomaterial, a produzir ou importar em quantidades superiores a 10 toneladas por ano, o REACH exige que o registro seja acompanhado de um Relatório de Avaliação de Segurança Química, esta avaliação deve levar em consideração os perigos que a substância possa causar para a saúde humana, para o meio ambiente e se esta é susceptível de bioacumulação¹⁵⁶.

O REACH traz, ainda, a idéia de que para colocação de determinada substância química no mercado em quantidades elevadas é necessária a comprovação de que estas não são suscetíveis de causar efeitos adversos à saúde e ao ambiente, é o que dispõe o “*no date, no market*” (ausência de dados, ausência de mercado), cabendo aqui a inversão do ônus da prova mediante aplicação do princípio da precaução, tendo, portanto, qualquer fabricante ou importador que comprovar a segurança das substâncias que fabricam ou importam, posto que estas substâncias não podem adentrar o mercado

¹⁵⁵COMISSÃO DAS COMUNIDADES EUROPEIAS. *Segunda revisão regulamentar relativa a nanomateriais*. Determina que “a Comissão não considera adequado, neste momento, alterar as regras aplicáveis aos casos em que é necessária uma avaliação da segurança dos produtos químicos. No que respeita aos limites de registro e aos prazos de registro com base no volume, a Comissão considera o REACH adequado, sujeito às ações descritas no capítulo 7”. Página 9. Arquivo Eletrônico. Disponível em: http://ec.europa.eu/research/industrial_technologies/pdf/policy/communication-from-the-commission-second-regulatory-review-on-nanomaterials_pt.pdf

¹⁵⁶UNIÃO EUROPEIA. *REACH - Regulamento (CE) n.º 1907/2006, de 18 de Dezembro de 2006* [...]. Art. n.º 14, n.º 3: “A avaliação de segurança química de uma substância deve incluir as seguintes etapas: a) Avaliação do perigo para a saúde humana; b) Avaliação dos perigos físico-químicos; c) Avaliação do perigo para o ambiente; d) Avaliação de persistente, bioacumulável e tóxico (PBT) e muito persistente e muito bioacumulável (mPmB)”.

sem que haja estudos voltados para garantia de que as mesmas não sejam capazes de ensejar efeitos negativos para a saúde humana e/ou meio ambiente¹⁵⁷.

No que concernem os produtos cosméticos, o Regulamento 1223/2009 relativo aos produtos cosméticos engloba a atuação do REACH no que diz respeito às preocupações ambientais que as substâncias contidas em produtos cosméticos possam acarretar, por meio da EACH, permitindo uma avaliação da segurança ambiental destes produtos de uma forma intersetorial¹⁵⁸.

Neste viés, apesar dos produtos cosméticos possuírem uma regulamentação específica, que direciona e controla a colocação no mercado dos produtos do setor com o objetivo de assegurar o elevado nível de proteção da saúde humana e ambiental, nada obsta que este cumpra, também, as normas estabelecidas pelo REACH, principalmente no que gira em torno dos nanomateriais utilizados nestes produtos e a garantia de segurança dos mesmos. De forma que cabe à indústria cosmética o desafio de conjugar as obrigações de segurança, de maneira simultânea, contidas nos dois regulamentos.

4. *Os Desafios Axiológicos da Introdução dos Nanocosméticos no Mercado de Consumo: um olhar sob a perspectiva das sociedades de risco.*

Como é sabido, a busca pelo belo, pela adequação ao esteticamente bonito, vem de tão longe quanto a própria existência humana. A construção do pensamento da sociedade acerca da estética passou por diferentes fases até podermos nos deparar com a realidade atual de, em termos globais, conseguirmos visualizar uma acentuada valorização da aparência. É cristalino o fato de que a maneira como a estética e os padrões de beleza estão representados em cada sociedade é distinto, este sofre grande influência cultural, de forma que irá variar de acordo com os costumes do local, os valores e com todo o seu processo educacional¹⁵⁹.

O que se percebe é que a formação de um padrão estético passa pelo que cada um entende por belo, adentra o gosto individual de cada ser humano. O julgamento do

¹⁵⁷MELO, Helena Pereira de. “No Date, no Market” [...] Op. Cit, p. 11.

¹⁵⁸UNIÃO EUROPEIA. *Regulamento (CE) n.º 1223/2009* [...]. Ponto 5.

¹⁵⁹SCHUBERT, Claudio. *A construção do conceito estético Ocidental e sua implicação na formação valorativa e no processo educacional*. Intercom – Sociedade Brasileira de Estudos Interdisciplinares da Comunicação. Universidade Luterana do Brasil. Rio Grande do Sul. 2009. Arquivo Eletrônico. Disponível em: <http://www.intercom.org.br/papers/regionais/sul2009/resumos/R16-1303-1.pdf>.

que vem a ser belo tem caráter subjetivo, é algo próprio de cada ser humano e se materializa através do seu desenvolvimento histórico-cultural. Assim, o que podemos constatar é que, na atualidade, o conceito de beleza passa em muito pelo consumo do *belo padronizado*, a sociedade esta voltada para a criação de um senso comum do cultivo estético do gosto que, na maioria das vezes, se sustenta pela formação de uma estética basicamente voltada para a aparência¹⁶⁰⁻¹⁶¹.

Esta padronização da beleza e a supervalorização da aparência ganharam força nos últimos tempos, atualmente, podemos observar que a estética alojou-se no pensamento da sociedade contemporânea, “vivemos numa sociedade de cultura de massas, em que a informação, a cultura e o entretenimento difundidos pelos meios de comunicação adquiriram um peso muito significativo, pois constituem uma esfera pública de consensos, de sentimentos e de gosto comum. Ou seja, estamos numa sociedade onde a estetização passou a definir nossas relações com a realidade. O que se pretende sublinhar, aqui, é como o caráter produtivo do estético não se confunde com uma certa estetização da ética das sociedades contemporâneas, em que o cotidiano está impregnado pela preocupação com o glamour, a satisfação e a aparência pessoal. Nesse âmbito, o reconhecimento do outro e a preocupação com os danos que nossas ações podem causar são deixados de lado em favor de um individualismo exacerbado¹⁶²”.

Assim, com a ascensão deste hiper-individualismo, a mulher ganha uma maior consciência e domínio do próprio corpo e o homem deixa de lado a separação existida outrora entre estética *versus* virilidade e passa a sentir, também, uma maior necessidade de cuidados com a aparência, de maneira a mantê-la em bom estado, preservá-la e adequá-la, sempre, aos padrões impostos pela sociedade.

Este processo de formação de um padrão de beleza é impulsionado na sociedade contemporânea devido à influência significativa que exercem os meios de comunicação, estes educam a sociedade a voltar-se para uma idealização da aparência perfeita, para a busca, por vezes inatingível, de belezas estéticas projetadas e colocadas à disposição do público com intuítos meramente mercadológicos.

Fruto da constante evolução das técnicas midiáticas e do aprimoramento dos meios de comunicação existentes, a circulação da informação ocorre de maneira cada

¹⁶⁰HERMANN, Nadja. *Ética e Estética – a relação quase esquecida*. Porto Alegre. EdiPUCRS. 2005.

¹⁶¹SCHUBERT, Claudio. *A construção do conceito estético Ocidental e sua implicação na formação valorativa e no processo educacional [...]*. Op. Cit., pp. 1-4 .

¹⁶²HERMANN, Nadja. *Ética e Estética – a relação quase esquecida*. Porto Alegre. EdiPUCRS. 2005, p..35

vez mais acelerada e atinge um público demasiadamente grande, que se vê influenciado pela constante comercialização de conceitos acerca de valores estéticos difundidos na sociedade como os padrões de beleza atualmente admissíveis¹⁶³. A publicidade aparece, então, como a “industrialização da arte de vender”, ou seja, a indústria voltada para promoção da própria indústria¹⁶⁴ que, no caso em tela, a função principal reside em promover determinado padrão estético para consumo e, assim, sustentar a “indústria cultural da beleza¹⁶⁵”.

Desta forma, as pessoas passam a criar expectativas em relação a obtenção deste padrão imposto de beleza, para se sentirem reconhecidamente como parte da sociedade, moldam sua aparência física aos padrões impostos a fim de sentirem-se aceitas pelo meio em que vivem ou, até mesmo, frustram-se pela busca de algo inatingível às características físicas naturais do seu próprio biotipo corporal¹⁶⁶. A mídia difunde por seus meios de comunicação em massa a cultura da padronização dos gostos, da aparência ideal como um estereótipo de beleza a ser perseguido pelos indivíduos e, neste viés, os cosméticos representam um dos meios para alcançar este objetivo, ou seja, a mídia vende o sonho da aparência perfeita e os cosméticos possuem o condão de levar, pelo menos em parte, a realização deste sonho.

Claro que a beleza como uma construção da social, tem suas variações em cada sociedade, mas o que se percebe hoje em dia é que de um modo geral e principalmente para as mulheres, mas não apenas para estas, a satisfação com relação à aparência sofre muita influência, por exemplo, da utilização de cosméticos. Inúmeros estudos indicam que as vantagens da satisfação com a aparência vão além da esfera meramente estética, refletem na forma como estas pessoas irão portar-se na sua vida social. Com base na aparência as pessoas podem desenvolver características positivas, fortalecer a sua autoconfiança e aumentar sua concepção de felicidade¹⁶⁷. De acordo com um estudo

¹⁶³BALDANZA, Renata F.; ABREU, Nelsio R. *Reflexões sobre as influências da indústria cultural na difusão de valores estéticos: a TV aberta brasileira e a padronização da beleza*. In: *Mediaciones Sociales*, n.º 7, II semestre 2010, pp. 91-110.

¹⁶⁴GRUPOMERCURE. *De la Miséria Humana em el medio publicitario*. Editora Melusina. Espanha, 2006, p.60.

¹⁶⁵BALDANZA, Renata F.; ABREU, Nelsio R. *Reflexões sobre as influências da indústria cultural na difusão de valores estéticos* [...]. Op. Cit., p.92.

¹⁶⁶Os biotipos corporais são as características físicas de cada indivíduo, herdadas geneticamente estas irão determinar qual o tipo físico de cada ser humano, por exemplo, se a pessoa é alta ou baixa, possui pernas curtas ou compridas.

¹⁶⁷TOLEDANO, Enbar. *The Looking-glass Ceiling: appearance based discrimination in workplace*. In: *Cardozo Journal Of Law & Gender*. 2013. Arquivo Eletrônico. Disponível em: http://www.cardozola.wandgender.com/uploads/2/7/7/6/2776881/toledano_looking_glass_final.pdf. Páginas 683, 689 e 690.

realizado pelo *New York Times*, em 2011, acerca da percepção das mulheres no que tange aos efeitos da utilização de maquiagem, concluiu-se que o uso dos cosméticos pode influenciar no aumento da percepção de simpatia de uma mulher, na sua competência e confiabilidade¹⁶⁸.

Fica evidente a mudança da maneira em que se enxerga o corpo e valoriza-se a beleza física, ao tempo em que à relação com o corpo torna-se mais acentuada, cresce também o consumo de produtos cosméticos para melhor a aparência. Produtos que antes eram tidos como inacessíveis, ganham maior visibilidade do mercado, deixam de ser artigos de luxo e passam a figurar como artigos de primeira necessidade para grande parte da população.

A indústria da beleza atrai cada dia mais a atenção do mercado e, desta forma, busca melhorias e avanços científicos que permitam acompanhar a evolução do setor e lidar de maneira adequada com sua forte concorrência. Nesta esteira é que surgem os produtos advindos da nanotecnologia, como forma de aperfeiçoar e inovar na fabricação de produtos mais sofisticados e com características diferenciadas são desenvolvidos os nanocosméticos.

Ocorre que estes nanocosméticos são inseridos no mercado sem que haja uma avaliação adequada e criteriosa acerca dos possíveis riscos que os mesmos podem causar tanto para a saúde quanto para o meio ambiente e, ainda, as informações disponibilizadas aos consumidores não garantem que estes estejam suficientemente informados acerca destes riscos para que, assim, possam optar por escolhas conscientes. Diante desta deficiência de informações precisas quanto a nocividade desses produtos, é necessário que seja feita uma avaliação casuística dos riscos existentes e, que haja uma *hierarquização de valores* tendo em vista que a exposição dos seres humanos e do meio ambiente aos riscos advindos dos nanoprodutos da indústria cosmética não pode ser valorada da mesma maneira que quando esta exposição encontra motivação, por exemplo, na busca e criação de novos medicamentos.

Esta hierarquização de valores deve levar em consideração um processo de avaliação de interesses preponderantes, que deve ser feita a partir da *identificação* dos

¹⁶⁸LOUIS, Catherine Saint. *Up the Career Ladder, Lipstick In Hand*. In: The New York Times. 2011 Arquivo Eletrônico. Disponível em: http://www.nytimes.com/2011/10/13/fashion/makeup-makes-women-appear-more-competent-study.html?_r=1&

interesses presentes - a introdução de nanocosméticos no mercado sem que para tanto haja informações científicas suficientes para garantia da segurança da saúde e do meio ambiente -, em seguida deve ser feita uma *ordenação* de interesses de acordo com a sua relevância – a saúde humana e o equilíbrio ambiental possuem hierarquicamente posição de relevância superior as preocupações com a aparência e com a valorização externa do corpo -, em seguida faz-se uma *ponderação* para seleção do interesse que figura como preponderante¹⁶⁹.

Desta forma, para que seja possível uma hierarquização de valores juridicamente relevantes observar-se-á todos os interesses envolvidos: o interesse das pessoas e do ambiente na implementação de novos produtos para aperfeiçoamento estético e o interesse de salvaguardar a saúde humana e o bem-estar ambiental. E, desta forma, ponderar de forma sensata qual dos valores em causa é potencialmente preponderante para submetermos ou não aos riscos inerentes à nanotecnologia.

Em semelhança ao que ocorre com a colisão de princípios e direitos fundamentalmente protegidos, podemos falar também em uma colisão de *valores* e, por conseguinte, uma *ponderação de valores*¹⁷⁰. Desta forma, quando entendemos que algo tem valor diante do ordenamento jurídico e para a sociedade como um todo, estamos expressando um *juízo de valor*, que traz a baila uma necessidade do exercício de *valoração*¹⁷¹.

A formação dos posicionamentos dar-se-ão levando em consideração três tipos de juízos de valor: *classificatórios*, que são aqueles que limitam-se à uma análise dos objetos separando-os entre os que possuem valor positivo, negativo ou neutro; *comparativos*, com grande importância na formação do juízo de valor, são aqueles que permitem valorações mais diferenciadas, são utilizados quando entre dois objetos um aparece com valor superior ao outro ou, até mesmo, que ambos possuem o mesmo

¹⁶⁹ARAGÃO, Alexandra. *O Princípio do Nível Elevado de Protecção e a Renovação Ecológica do Direito do Ambiente e dos Resíduos*. Coimbra. Almedina. 2006. pp.215 – 217.

¹⁷⁰Neste ponto temos que é relevante frisar a diferenciação feita por Robert Alexy no que diz respeito aos *princípios* e os *valores*. Para tanto partiu da divisão dos conceitos práticos proposto por Von Wright, segundo o qual estes se dividem em três grupos: os *deontológicos*, que consiste nos mandatos, permissões, proibições ou o direito a algo; os *axiológicos*, que não são direitos em si, são o resultado de uma variedade de critérios para a qualificação de algo como bom, seguro, democrático; os *antropológicos*, que são os conceitos de vontade, interesse, necessidade, decisão e ação. Através desta divisão torna-se mais clara a diferença existente entre os princípios e os valores, posto que os primeiros são mandatos e por isso estão no campo dos deontológicos e os segundos aparecem no campo dos axiológicos. ALEXY, ROBERT. *Teoria de los Derechos Fundamentales*. Centro de Estudios Constitucionales. Madrid, 1993, pp. 139-147.

¹⁷¹ALEXY, ROBERT. *Teoria de los Derechos Fundamentales* [...]. Op. Cit., pp.138 e 139.

valor, expressando juízos de preferência de um em detrimento de outro ou de equivalência entre eles; *métricas*, são tidas como aquelas que apresentam valorações mais exatas, ocorre quando é atribuído um número ao objeto que se pretende valorar, determinando ao valor sua exata magnitude¹⁷².

A valoração será feita com base na análise de vários fatores, pois uma valoração que tem como objeto apenas um único fator tende a não corresponder com as expectativas. O critério a ser utilizado para se efetuar a valoração é através da *ponderação* que resultará na ordenação hierárquica dos valores preferencialmente relevantes do ponto de vista de determinado evento. Assim, a urgência no que tange a proteção da comunidade é proporcional aos perigos e inconvenientes a que esta está exposta, ou seja, quanto maior a possibilidade de afetar a sociedade, maior a necessidade de ponderação dos interesses em questão para garantir a proteção do cidadão.

Para efetivação desta ponderação faz-se indispensável, primeiramente, investigar e identificar quais os valores que estão em conflito no caso concreto, depois, de acordo com as circunstâncias específicas trazidas à causa atribuir-se-á a relevância ou importância correspondente a cada um deles e, por fim, decide-se acerca da prevalência de um determinado valor em relação a outro¹⁷³.

Os desafios axiológicos que pautam a presente investigação residem no fato de que os atores interessados, principalmente em virtude de estarem diante da ausência de um aparato regulatório específico e adequado, devem ponderar quais medidas a serem adotadas – monitorização, limitação ou proibição – no que toca a gerência e o controle do avanço científico alimentado pela nanotecnologia, levando em consideração os valores jurídicos e sociais em questão, na análise casuística da variedade de aplicações. Onde, no caso em tela, se materializa pela disponibilização de nanocosméticos no mercado e os riscos que estes acarretam para a saúde e para o meio ambiente, colocando em jogo a necessidade de uma ponderação da dupla relação existente dos valores contidos nos binômios *estética versus* saúde humana e *estética versus* meio ambiente. Há ainda que serem postos em causa na ponderação, os valores que orbitam os citados acima, como o desenvolvimento econômico e a autonomia privada.

¹⁷²ALEXY, ROBERT. *Teoria de los Derechos Fundamentales* [...]. Op. Cit., pp.142 e 143.

¹⁷³AMORIM, Leticia Balsamão. *A distinção entre regras e princípios segundo Robert Alexy: esboço e críticas*. In: Revista de Informação Legislativa. Brasília, pp.123-134. 2005, pp. 123-130.

Vislumbra-se a necessidade de expor que tais valores encontram-se constitucionalmente consagrados e no desenvolver de critérios a serem apreciados quando da ponderação é de suma importância ter-se em mente a importância jurídica inerente a estes, mas, indubitavelmente, sem deixar de reportarmo-nos ao interesse social e as características dos riscos e incertezas específicas dos nanocosméticos.

Como é sabido, o valor do meio ambiente encontra-se consagrado na Constituição brasileira, assegurando a todos o direito ao gozo de um meio ambiente ecologicamente equilibrado, como um bem de uso comum do povo e indispensável a sua sadia qualidade de vida, cabendo de forma conjunta a coletividade e ao poder público o dever de defendê-lo e preservá-lo a fim de garanti-lo não apenas para as presentes, mas também para as gerações futuras¹⁷⁴. O ordenamento jurídico português assegura do mesmo modo, o direito de todos a “um ambiente de vida humano, sadio e ecologicamente equilibrado e o dever de o defender¹⁷⁵”.

A proteção ao valor da saúde encontra respaldo, também, em ambas as constituições. Em seu artigo 64º, *caput*, a Constituição Portuguesa determina que a proteção da saúde é um direito de todos que tem o dever de a defender e promover¹⁷⁶. No mesmo viés, a Constituição Brasileira que dispõe, em seu artigo 196º, *caput*, que “a saúde é direito de todos e dever do Estado, garantido mediante políticas sociais e econômicas que visem à redução do risco de doença e de outros agravos e ao acesso universal e igualitário às ações e serviços para sua promoção, proteção e recuperação¹⁷⁷”. Entendemos que a saúde deve ser vista como um todo, que engloba, portanto, os valores estéticos, isto pode ser visualizado tendo em vista que estes estão relacionados com auto-estima, questões físicas e psíquicas de cada indivíduo.

Diante deste fator vislumbramos ser ainda mais primordial a adoção de critérios detalhados e associados aos riscos inerentes aos nanocosméticos e os efeitos que estes acarretam para as pessoas. Posto que, apesar da saúde ser vista como um todo em que a estética está incluída, reputa-se indispensável à ponderação entre estes valores no tocante a observância de critérios que consideram os prejuízos causados, seja através

¹⁷⁴ BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil. Artigo. n.º 225.º, *caput*. Neste ponto vale salientar que o mesmo artigo, no inciso V determina que: “controlar a produção, a comercialização e o emprego de técnicas, métodos e substâncias que comportem risco para a vida, a qualidade de vida e o meio ambiente”. Arquivo Eletrônico. Disponível em:http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/Constituicao.htm

¹⁷⁵ PORTUGAL. Constituição da República Portuguesa [...]. Artigo n.º 66.º, *caput*. Arquivo Eletrônico. Disponível: <http://www.parlamento.pt/Legislacao/Paginas/ConstituicaoRepublicaPortuguesa.aspx>

¹⁷⁶ PORTUGAL. Constituição da República Portuguesa [...]. Artigo n.º 64.º, *caput*.

¹⁷⁷ BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil [...]. Artigo. n.º 196.º, *caput*.

do dano estético seja por meio dos efeitos negativos à integridade física e funcional das pessoas¹⁷⁸.

Para além dos valores envolvidos de maneira explícita quando da apreciação dos efeitos advindos dos nanocosméticos – valores da estética, valor da saúde e valor do meio ambiente -, temos ser não menos importante nos debruçarmos acerca do acolhimento de outros valores a serem ponderados.

Em razão da força que exerce o mercado cosmético em grande parte das sociedades, as empresas buscam, cada vez mais, a adoção de inovações tecnológicas capazes de criar e introduzir no mercado novos cosméticos contendo nanomateriais, a fim de destacarem-se diante da concorrência por meio de produtos diferenciados e bastante lucrativos. É notório que o interesse social nos nanocosméticos faz com que estes sejam relevantes do ponto de vista econômico, de forma que o Estado e os operadores jurídicos devem atuar com objetivo de garantir e impulsionar o desenvolvimento econômico e a inovação tecnológica, mas sem ignorar os riscos intrínsecos a estas atividades no caso concreto.

É evidente o valor que desenvolvimento econômico e a inovação tecnológica exercem para o crescimento do país, de maneira que é de competência do Estado a prática de todas as medidas necessárias para promoção do desenvolvimento econômico-social do país, que tem como princípio fundamental da ordem econômica o planejamento democrático deste desenvolvimento econômico e social e, ainda, como objetivo da política industrial reforçar a inovação industrial e tecnológica¹⁷⁹. Já o

¹⁷⁸Esta ponderação no que diz respeito aos efeitos estéticos e para a saúde pode ser vista, analogicamente, no Direito Laboral, quando da fixação de indenização devido a ocorrência de danos que, de acordo com o caso concreto, valoram-se o dano estético, em regra, de maneira mais branda que os danos que acarretam prejuízos para a saúde. O dano a saúde constitucionalmente consagrado é tido por dano biológico e é avaliado de maneira diversa do dano estético, reconhecido como moral, de acordo com a Portaria nº377, de 26 de maio de 2008. Contudo, há de se ter em mente a essencialidade de ser feita uma análise casuística acerca da questão, posto que não há, neste caso, a implicação de critérios taxativos. Portanto, para além da gravidade da lesão e se esta acarreta um dano grave à saúde ou apenas prejuízos meramente estéticos, devem ser analisados outros critérios, desta forma, para a “fixação da indemnização por danos não patrimoniais, e por via do disposto no artigo 496.º, n.º 1, do Código Civil, visando-se compensar as consequências passadas e futuras das lesões emergentes do acidente, que pela sua gravidade mereçam a tutela do direito, há-de ponderar-se a natureza e grau das lesões, as sequelas (físicas e psíquicas, sendo que, in casu, também releva a ponderação do dano estético), a hospitalização, os dias de internamento, o número e natureza dos tratamentos realizados e respectiva duração, o quantum doloris, os períodos de incapacidade, os sentimentos vivenciados perante o acidente, a situação anterior e posterior do ofendido no relacionamento com o meio familiar, profissional e social, o abaixamento da autoestima, o receio pelo futuro, a idade, a esperança de vida, etc.” Acórdão do Tribunal da Relação do Porto. Processo nº 2604/09.7TBPVZ.P1 de 10 de Dezembro de 2012. Disponível em: <http://www.dgsi.pt/jtrp.nsf/56a6e7121657f91e80257cda00381fdf/f0f8d106d953b06580257afd0035ef7d?OpenDocument>

¹⁷⁹PORTUGAL. Constituição da República Portuguesa [...]. Artigo n.º 80.º, 100.º e 199.º.

ordenamento jurídico brasileiro estabelece que o Estado promova e incentive o avanço científico e, ainda, incentivará o desenvolvimento sócio-econômico, o bem-estar da população e a autonomia tecnológica do país¹⁸⁰.

Outro valor a ser abordado é a autonomia privada de cada indivíduo, relacionadas com os direitos individuais da pessoa, estas são uma expressão da proteção jurídica da liberdade humana. De forma que, no caso concreto, oferta-se às pessoas o poder de escolha acerca de quais são os produtos que pretende adquirir, mesmo que estejam sujeitos a algum risco. Neste contexto, eleva-se a vontade das pessoas nas relações sociais, dando a este o poder de manifestar, voluntariamente, sua vontade diante de situações que não sejam vedadas pelo.

Contudo, o pressuposto mais importante para a ponderação dos valores acima mencionados esbarra na questão do grau de riscos a que estão expostos estes valores. Assim, em seguimento a sequência das fases da ponderação, após a identificação dos valores essenciais e apreciação dos elementos essenciais à ponderação – a exposição dos riscos – poder-se-á atribuir a importância de cada um deles no caso em estudo.

É fato que as mesmas características que atribuem aos nanocosméticos o condão de ser uma linha de produtos sofisticados e eficientes, tornando-os bastante atrativos tanto para as empresas, que visam os lucros destas inovações tecnológicas, quanto para os consumidores, que vêem seus resultados atingidos por meio do acesso a estes produtos mais eficazes, representam, em concomitância com o fato de estes serem enxergados como um avanço tecnologicamente interessante, uma série de novos e indefinidos efeitos para a saúde humana e para o meio ambiente.

Como já fora exaustivamente mencionado nesta presente investigação, as substâncias utilizadas na composição dos produtos cosméticos, sofrem alterações nas suas propriedades quando reduzidas a escala nanométrica, podendo apresentar efeitos e reações diversas das que apresentaria a mesma substância utilizada para formulação dos cosméticos convencionais, à escala macroscópica.

Há muitas controvérsias no que toca os estudos dos riscos dos nanomateriais que fazem parte da composição dos nanocosméticos e, ao tempo em que não dispomos de respostas conclusivas sobre seu potencial efeito tóxico, também não há qualquer estudo que informe de maneira suficientemente concreta sobre a garantia de sua segurança. Em 2005, o *Comitê Científico de Produtos de Consumo da União Europeia*

¹⁸⁰BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil [...]. Artigo. n.º 218.º e 219.º.

modificou os entendimentos anteriormente publicados que apontavam para a segurança da utilização dos óxidos metálicos bastante utilizados nos protetores solares e, considerou ser necessária a junção de mais informações para ser possível garantir a segurança quanto à exposição a estas substâncias

Com relação à saúde humana, os riscos dos nanocosméticos podem advir da inalação, ingestão e do contato com a pele. A inalação das nanopartículas utilizadas em produtos cosméticos ocorre, especialmente, pela liberação destas no local de trabalho e, desta forma, os trabalhadores ficam expostos durante o manuseio, a fabricação, embalagem e o transporte destes nanoproductos¹⁸¹. O ponto crucial dos problemas a saúde advindos da inalação está na facilidade que estas partículas possuem, em virtude do seu tamanho reduzido, de atravessar as barreiras pulmonares e causarem doenças como inflamações pulmonares e asma.

A ingestão de nanopartículas cosméticas pode ser visualizada, principalmente, através da utilização de medicamentos. Tal fato encontra-se evidente, pois, atualmente, muito em virtude do aspecto multifuncional que estes produtos adquiriram, muitas empresas buscam agregar nos medicamentos funções cosméticas como, de igual modo, muitos produtos cosméticos tentam associar sua função primordial com o tratamento da saúde. E, quando inaladas, estas nanopartículas podem causar efeitos negativos para o fígado.

Contudo, o principal meio de risco para a saúde humana por parte das nanopartículas cosméticas é por intermédio da penetração cutânea. As principais vias de penetração da pele são através do estrato córneo e das camadas de células vivas¹⁸², apesar das controvérsias existentes entre diversos estudos, alguns experimentos realizados em peles de porcos indicam que nanopartículas de dióxido de titânio possuem capacidade de penetrar através do estrato córneo até o estrato granuloso. Outros estudos, contudo, quando da análise da penetrabilidade do dióxido de zinco em cremes, apontam para a não penetrabilidade da pele, independentemente do tamanho da partícula. Contudo, estudos realizados *in vitro*, utilizando nanopartículas de óxido de zinco, indicam que esta “substância associada a fotoestimulação pode apresentar

¹⁸¹ FRIENDS OF THE EARTH. *Nanomaterials, sunscreens and cosmetics: small ingredients, big risks*. 2006. Arquivo Eletrônico. Disponível em: https://www.google.pt/search?q=%C3%89tica+e+Est%C3%A9tica+%E2%80%93+a+rela%C3%A7%C3%A3o+quase+esquecida&oq=%C3%89tica+e+Est%C3%A9tica+%E2%80%93+a+rela%C3%A7%C3%A3o+quase+esquecida&aqs=chrome..69i57.4720062j0j7&sourceid=chrome&es_sm=93&ie=UTF-8. Páginas 10 e 11.

¹⁸² CORRÊA, Marcos Antonio. *Cosmetologia: ciência e técnica* [...]. op. Cit., p. 451.

propriedades clastogênicas, aneugênicas e induzir ainda a danos ao DNA¹⁸³”. Há hipóteses que apontam, ainda, para a possibilidade das nanopartículas cosméticas serem facilitadoras e estimulantes da produção de moléculas reativas e elergênicas, o que pode acarretar em danos às células¹⁸⁴.

Já no que tange os riscos dos nanocosméticos para o meio ambiente, as maiores preocupações estão na eliminação destes produtos na água e no solo, em níveis que seja perigoso para as plantas e os animais¹⁸⁵. Com a introdução destes produtos no mercado e a sua vasta aceitabilidade pelos consumidores, uma quantidade cada vez maior de resíduos nanocosméticos são liberados como, por exemplo, através dos banhistas que utilizam estes produtos e os liberam nos oceanos e lagos. De forma que, apesar de não existirem dados conclusivos sobre quais os impactos para os animais, microorganismos e plantas, estudos demonstram que tal impacto pode ter proporções graves e necessita de análises mais aprofundadas. Os microrganismos e as plantas, por exemplo, podem desenvolver a capacidade de produzir, modificar e concentrar as nanopartículas e, assim, estas podem acarretar a bioacumulação na cadeia alimentar. Além de, também, as nanopartículas terem demonstrado alguma capacidade de ligarem-se, por exemplo, a sedimentos e partículas do solo¹⁸⁶.

Vislumbramos a necessidade de, neste ponto, fazermos uma classificação destes riscos a fim de torná-los mais claramente perceptíveis quando da ponderação dos valores, é essencial que identifiquemos estes em um contexto geral, da aplicação da nanotecnologia em que os nanocosméticos figuram como parte, e um contexto específico, dos riscos e pessoas afetadas diretamente pelos nanocosméticos.

Em um contexto geral temos que os riscos podem ser classificados como globais, sistêmicos e irreversíveis. Entendemos como *risco global* aquele que tem relação com o seu alcance, que não se limita a locais ou grupos determinados, não havendo qualquer limite espacial, cujas consequências podem ser percebidas em um quadro global e complexo, para a humanidade como um todo. Os *riscos sistêmicos* são aqueles que, em semelhança ao que ocorre com o risco global, mas tendo em observância uma perspectiva de mercado, de equilíbrio ecológico e de saúde humana,

¹⁸³FRONZA, Tassiana; GUTERRES, Sílvia; POHLMANN, Adriana; TEIXEIRA, Helder. *Nanocosméticos: em direção ao estabelecimento de marcos regulatórios* [...]. Op. Cit., p. 36.

¹⁸⁴*Ibidem*.

¹⁸⁵ The Citizen's Guide to Nanotechnology: cosmetics. Arquivo Eletrônico. Disponível em: <http://communication.chass.ncsu.edu/citizenguidetonano/COSMETIC6.4.pdf>. Páginas 3 e 4.

¹⁸⁶FRIENDS OF THE EARTH. *Nanomaterials, sunscreens and cosmetics: small ingredients, big risks* [...]. Op. Cit., pp.10 e 11.

são riscos que não afetam apenas determinadas entidades ou grupos específicos, suas consequências podem afetar a cadeia como um todo, ou seja, todo o sistema. Já os *riscos irreversíveis* podem ser compreendidos como aqueles que trazem a possibilidade de não se retornar determinada situação ao seu *status quo ante*, que não se pode reverter ou alterar suas consequências.

Em um cenário específico dos nanocosméticos, temos que os riscos podem ser classificados como seletivos, de longo prazo, graves e incertos. O enquadramento dos riscos oriundos das nanopartículas nos produtos cosméticos como *riscos seletivos* podem ser visualizados tendo em vista que, apesar dos cosméticos já terem adquirido uma maior aceitabilidade social, não podemos deixar de considerar que a grande massa de utilizadores de cosméticos está, indubitavelmente, situada dentre as mulheres, especialmente jovens em período reprodutivo, visto que estas possuem maior interesse na busca, manutenção e melhoria dos cuidados com a aparência estética.

Os riscos dos nanocosméticos também podem ser classificados como *riscos a longo prazo* pois as consequências da utilização destes produtos não pode ser temporalmente prevista, estas podem surgir apenas depois de um extenso período de uso destes cosméticos, ou seja, não há qualquer indicação de que o consumo pontual de um cosmético com ingredientes em escala nanométrica possa ensejar prejuízos para a saúde humana, contudo, não sabe-se o suficiente acerca de qual são seus efeitos quando utilizados ao longo da vida.

Já os *riscos graves* são aqueles cujos efeitos afetam de maneira significativa, que causam efeitos nocivos consideráveis tanto para a saúde humana quanto ao meio ambiente. Há, ainda, os *riscos incertos* que são considerados os que diante das informações científicas existentes, não se pode afirmar concretamente sobre sua ocorrência, ou seja, aquele onde não há conhecimentos científicos suficientemente seguros para determinar com exatidão a sua real possibilidade de existência ou não. Salientemos que a incerteza de tal risco não gira em torno da possibilidade ou não de ocorrência do dano – incerteza essa inerente ao próprio risco – a incerteza aqui recai sobre a própria existência do risco.

Identificados os riscos e como estes se classificam diante do caso concreto, faz-se essencial ponderarmos os valores quanto ao seu grau de importância no contexto em que estão inseridos. Deste modo, temos que no exercício da ponderação dos valores levar-se-á, essencialmente, em consideração o *princípio da proporcionalidade*, devido

ao fato de que deve ser observado o papel exercido por cada valor no contexto dos nanocosméticos, tendo como critério especial a existência de riscos e sem deixar de ter em análise o potencial da tecnologia. Para, então, criarmos um cenário favorável a fim de que nem os riscos sejam ignorados e os operadores econômicos atuem de maneira livre no mercado – fato que se aproxima da realidade atual -, nem haja uma limitação no sentido de proibir a introdução destes cosméticos e, assim, a sociedade saia duplamente prejudicada, pois se priva dos benefícios da tecnologia e sofre as conseqüências do retardamento do desenvolvimento econômico e tecnológico.

A ponderação guiar-se-á, portanto, pela adoção de critérios proporcionais na hierarquização de valores, devido ao fato de todos os interesses em conflito serem relevantes no contexto social, temos que é necessário haver uma orientação no sentido de utilizar de maneira coordenada e segura a tecnologia, para que esta possa desempenhar um papel seguro e ser de grande contributo para o desenvolvimento da sociedade.

Diante de tudo o que foi exposto, temos que o desenvolvimento econômico deve ser preservado e impulsionado pelo Estado, mas, com relação aos nanocosméticos e a proteção da estética, encontra limite no que orbita os potenciais efeitos nocivos a que expõem a saúde humana e o meio ambiente. Contudo, devido a possibilidade de riscos e, em especial, das características específicas dos riscos da nanotecnologia em aplicações cosméticas, esta limitação não deve ser considerada no sentido de haver uma proibição total da disponibilização destes produtos no mercado. Temos que, o caminho a seguir encontra aparato no princípio da precaução e, diante da incerteza, há de se ter uma monitorização e um controle eficaz e efetivo, que preze pelo acompanhamento do setor, principalmente no que versa sobre a intensificação dos estudos dos riscos e a disponibilização de informações suficientes para dar condições aos cidadãos de exercer de maneira consciente sua autonomia e, deste modo, poder optar por escolhas informadas.

5. O Estado de Direito Ambiental e o Dever de Atuação Diante dos Riscos e Incertezas Próprios das Sociedades Atuais

A articulação dos problemas ecológicos enfrentados pelas sociedades contemporâneas obrigam o Estado a transformar sua atuação de maneira a adaptar-se às

características inerentes a este modelo social e encontrar mecanismos para lidar com o aparecimento de novos riscos e incertezas, oriundos, principalmente, do desenvolvimento científico e tecnológico, que ensejam consequência capazes de por vezes escapar do controle humano.

A sociedade de risco, que teve origem no período seguinte ao período industrial, e aparece como a materialização das ameaças provenientes deste modelo social que a antecedeu, tem como fator primordial a introdução do elemento “incerteza” aos riscos que, outrora, possuíam como característica uma maior carga de previsibilidade.

A complexidade dos riscos dos atuais modelos de sociedade impedem, por vezes, que estas sejam capazes de controlar suas consequências, ou seja, as sociedades modernas encontram o desafio de lidar com a difícil tarefa de controlar e limitar as consequências negativas do seu próprio desenvolvimento. Neste sentido, a complexidade e o acelerado avanço do desenvolvimento da sociedade moderna se deram de tal forma que esta não possui meios disponíveis para controlar e disciplinar seus próprios avanços¹⁸⁷, “o que significa dizer que ela se torna um tema e um problema para ela própria¹⁸⁸”.

Nos dizeres de Beck, portanto, “qualquer um que conceba a modernização como um processo de inovação autônoma deve contar até mesmo com a obsolência da sociedade industrial. O outro lado dessa obsolência é a sociedade de risco”, a qual consiste “em uma fase no desenvolvimento da sociedade moderna, em que os riscos sociais, políticos, econômicos e individuais tendem cada vez mais a escapar das instituições para o controle e a proteção da sociedade industrial¹⁸⁹”.

O que podemos observar é que a existência humana implica por si só na produção de riscos, onde a “busca ativa do risco é um elemento essencial de uma economia dinâmica e de uma sociedade inovadora. Viver numa era global significa enfrentar uma diversidade de situações de risco¹⁹⁰”. No entanto, apesar de ser

¹⁸⁷LEITE, José Rubens Morato. *Sociedade de Risco e Estado*. In: LEITE, José Rubens Morato; CANOTILHO, José Joaquim Gomes (Org.). *Direito constitucional ambiental brasileiro*. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2008, p. 152.

¹⁸⁸BECK, Ulrich. *A reinvenção da política: rumo a uma teoria da modernização reflexiva*. In: BECK, Ulrich; GIDDENS, Anthony; LASH, Scott. *Modernização reflexiva: política, tradição e estética na ordem social moderna*. Tradução de Magda Lopes. São Paulo: UNESP, 1997, p.19.

¹⁸⁹BECK, Ulrich. *A reinvenção da política: rumo a uma teoria da modernização reflexiva* [...]. Op. Cit., p.15.

¹⁹⁰LEITE, José Rubens Morato; BELCHIOR, Germana Parente Neiva. *Estado de Direito Ambiental e a particularidade de uma hermenêutica jurídica*. In: Sequência, n.º60, p. 291-318, julho 2010, p.293.

característico das sociedades atuais a busca acentuada e ousada por inovações científicas e qualquer outra mudança que julguem ser capaz de melhorar a qualidade de vida das pessoas¹⁹¹, é essencial que estes riscos sejam disciplinados. Fator que, conforme mencionado anteriormente, as sociedades modernas por vezes não encontram mecanismos de controle para os riscos produzidos, especialmente, pelas inovações científicas e tecnológicas. Passa a vigorar, portanto, a existência de uma “crise de paradigma¹⁹²”, crise esta intrínseca à própria modernidade.

É certo que em concomitância à evolução da sociedade – antiga sociedade industrial para a atual sociedade de risco - evoluíram também os problemas e os riscos sem, contudo, uma política de gestão com mecanismos de controle capazes de neutralizar as consequências dos mesmos. Neste viés, entra em questão a maneira como estes riscos são expostos para a sociedade através dos canais de informação e gestão, com o intuito de haver uma efetiva participação de todos os interessados na tomada de decisões. O que se percebe, é que apesar de existir uma consciência com relação a existência dos riscos e do seu potencial, há uma ocultação dos seus efeitos negativos por parte dos principais interessados – Estado e determinados setores privados – que não disponibilizam informações concretas sobre a origem, as proporções e os efeitos dos riscos existentes, a fim de transmitir para a sociedade como um todo uma falsa percepção de controle dos riscos ecológicos. Tal fenômeno foi denominado por Beck¹⁹³ de *irresponsabilidade organizada*, que consiste exatamente no fato de que a disponibilização da informação acerca dos riscos e das consequências de determinado avanço científico é guiada, por vezes, pelos interesses dos agentes envolvidos, que só dão publicidade aos fatos que entendam atender suas próprias expectativas¹⁹⁴.

Desta forma, e principalmente devido as características dos riscos atuais, que podem ser imensuráveis, o Estado e o Direito precisam avançar no sentido de fortalecer a existência de instrumentos viabilizadores de uma gestão compartilhada do risco, onde todos os atores interessados possam ter acesso à informações seguras, que

Arquivo Eletrônico. Disponível em: http://www.egov.ufsc.br/portal/sites/default/files/o_estado_de_direito_ambiental.pdf

¹⁹¹GIDDENS, Anthony. *Mundo em descontrole: o que a globalização está fazendo de nós*. 6.ª edição. Tradução de Maria Luiza X. de A. Borges. Rio de Janeiro: Record, 2007, pp. 44-45.

¹⁹² *Ibidem*.

¹⁹³BECK, Ulrich. *Ecological Politics in an Age of Risk*. Londres: PolityPublications, 1995, p. 58-72.

¹⁹⁴LEITE, José Rubens Morato; Belchior, Germana Parente Neiva. *Riscos e Danos Ambientais na Jurisprudência do STJ: um exame sob a perspectiva do Estado de Direito Ambiental*. In: RevCEDOUA, n.º 22, ano XI, 2, 2008, p. 77.

correspondam com a realidade, para uma efetiva participação e consequente adoção dos mecanismos necessários para uma gestão e decisão adequadas dos mesmos.

Vislumbramos a necessidade de, neste ponto, alertarmos para as modalidades de riscos pelos quais o Estado deve atuar, a primeira são os *riscos concretos* ou potencial, que são aqueles que possuem como característica serem visíveis ou previsíveis através do conhecimento humano existente; a segunda diz respeito aos *riscos abstratos*, que são aqueles invisíveis ou imprevisíveis diante dos conhecimentos humanos.

Contudo, há que se ter em mente que a invisibilidade e imprevisibilidade dos riscos não afasta o dever de atuação estatal. Ou seja, mesmo que o conhecimento científico não seja capaz de fornecer informações concretas sobre o risco, é sabido que a evolução destes conhecimentos ocorre de maneira tal que atualmente há um grau elevado de previsibilidade relativa aos riscos, de forma que devem ser consideradas as evidências e a verossimilhança de que estes possam vir a originar danos significativos¹⁹⁵.

Portanto, mesmo estando diante da ausência de dados científicos concretos a respeito da consumação dos efeitos dos riscos, não pode o Estado se esquivar do dever de atuar de maneira preventiva ou precaucional a fim de neutralizar ou minimizar as consequências negativas.

Outro fator importante a ser observado diz respeito a dimensão dos novos riscos, próprios da sociedade de risco, estes tendem a não mais respeitar os limites territoriais e de sujeitos ou grupos específicos que atingem, uma escala espacial e temporal sem exata determinação pela ciência, motivo pelo qual, passam a expor uma quantidade indeterminada de pessoas e a possuir uma escala global, de forma que, não mais limitam-se as fronteiras de um Estado, afetando não apenas as gerações presentes, mas também as gerações futuras. São, portanto, *riscos globais e intergeracionais*.

Tais fatores faz-nos constatar que a globalização do desenvolvimento econômico e, por conseguinte, das atividades perigosas, geram uma desnacionalização da proteção dos riscos. Encerra-se, portanto, a fase em que estes eram de responsabilidade exclusiva de um único Estado individualmente, em função da sua própria possibilidade e propensão de estar sujeito ou não a determinados riscos e dos

¹⁹⁵LEITE, José Rubens Morato; Belchior, Germana Parente Neiva. *Riscos e Danos Ambientais na Jurisprudência do STJ: um exame sob a perspectiva do Estado de Direito Ambiental*. [...]. Op. Cit., p.77.

seus próprios mecanismos para lidar com estes¹⁹⁶, para uma nova e paradigmática percepção da responsabilidade destes riscos, que passam a ser observados e protegidos sob uma perspectiva global. Assim, a “nova fase de prevenção dos riscos, a ação preventiva e a antecipação precaucional deixaram de ser uma mera competência dos Estados de Direito Social e Ambiental para se transformarem em exigência supranacional¹⁹⁷”.

A crise ambiental existente na atualidade, que encontra-se agravada pelo desenvolvimento científico e tecnológico, torna evidente a necessidade de uma urgente reformulação do Estado no sentido de que este pautar sua atuação em uma gestão sustentável dos riscos e introduza políticas voltadas para o uso racional dos recursos naturais. Desta forma, o desenvolvimento econômico que, sem dúvida, é de suma importância para a evolução natural da sociedade, não pode dar-se de maneira inconsequente, devendo ser planejado e responsável, tendo como pilar uma solidariedade intergeracional e como propósito a redução da possibilidade de concretização dos riscos ambientais.

Neste sentido, temos que os avanços advindos do desenvolvimento da ciência e da tecnologia não implicam, obrigatoriamente, em um aumento direto da qualidade de vida e do bem-estar social, ao contrário, o progresso desacompanhado de uma adequada e responsável gerência pode vir a não proporcionar os benefícios esperados e tem, inclusive, potencial para converter-se em um mecanismo de dominação e exploração do homem sobre a natureza¹⁹⁸.

Em semelhança ao que ocorre com a consideração cronológica dos direitos fundamentais, Canotilho classifica os problemas ecológicos e ambientais em duas dimensões: os de primeira geração, que possuem como característica central a constância dos impactos gerados, sendo aqueles relacionados com a prevenção e o controle das causas e efeitos da poluição; e os de segunda geração, que possuem efeitos complexos e combinam vários aspectos da poluição, possuindo implicações globais e

¹⁹⁶ARAGÃO, Alexandra. *A Prevenção de Riscos em Estados de Direito Ambiental na União Europeia*. [...]. Op. Cit., p. 6 e 7.

¹⁹⁷ARAGÃO, Alexandra. *A Prevenção de Riscos em Estados de Direito Ambiental na União Europeia*. [...]. Op. Cit., p.7.

¹⁹⁸ MILARÉ, Édis. *Amplitude, limites e perspectivas do Direito do Ambiente*. In: Sustentabilidade e temas fundamentais de direito ambiental. MARQUES, José Roberto (org.). Campinas: Millennium, 2009, p.140.

duradouras, de modo a comprometer os interesses das gerações futuras diante do questionável comportamento ecológico e ambiental exercido pelas gerações atuais¹⁹⁹.

Diante do exposto, vislumbramos ser necessário que o Estado e o Direito assumam um papel ativo na introdução de instrumentos eficazes de proteção ambiental e estimulem um comportamento ambientalmente favorável, de forma que venham a controlar a crise ambiental, minimizando os impactos negativos no meio ambiente e sem comprometer os interesses ambientais das gerações futuras.

Levando em consideração a crise ambiental vivenciada pela sociedade contemporânea, urge uma repartição das responsabilidades na proteção ambiental, de maneira que o dever de proteger o meio ambiente não mais seja interpretado como de domínio exclusivamente público, mas sim como um dever compartilhado entre o Estado e a sociedade. Para tal, faz-se indispensável “o surgimento de um novo Estado e de uma nova cidadania, que têm plena consciência da devastação ambiental, planetária e indiscriminada, provocada pelo desenvolvimento, aspirando assim a novos valores como a ética pela vida, o uso racional e solidário dos recursos naturais, o equilíbrio ecológico²⁰⁰”.

Neste contexto, é indubitável que o Direito, por ser detentor de um papel primordial na viabilização da garantia do bem-estar social, precisa ser reformulado tendo em vista que as normas existentes já não estão mais aptas a lidar adequadamente com a crise ambiental e a controlar os riscos da atualidade, sendo imprescindível a adoção de novos instrumentos que sejam capazes de salvaguardar o equilíbrio ambiental e as gerações presentes e futuras²⁰¹.

O que podemos observar é que a complexidade das questões ambientais presentes nas sociedades atuais, sociedades de risco, exigem uma adaptação do Estado e de todo o aparato regulatório a qual está envolto, a fim de acompanhar os avanços da tecnologia e buscar a introdução de medidas voltadas para um gerenciamento preventivo do risco, de modo que consiga, em um só momento, conjugar uma efetiva proteção ambiental e minimização dos efeitos prejudiciais ao meio ambiente, ao

¹⁹⁹CANOTILHO, José Joaquim Gomes. *Direito Constitucional Ambiental Português: tentativa de compreensão de 30 anos das gerações ambientais no direito constitucional português*. In: LEITE, José Rubens Morato; CANOTILHO, José Joaquim Gomes (Org.). *Direito constitucional ambiental brasileiro*. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2008, p. 21 e 22.

²⁰⁰NUNES JUNIOR, Amandino Teixeira. *O Estado Ambiental de Direito*. In: *Revista de Informação Legislativa*. Distrito Federal: Senado Federal, p. 295-307, a. 41, n. 163, jul./set. 2004, p. 297.

²⁰¹LEITE, José Rubens Morato. *Sociedade de Risco e Estado*[...]. Op. Cit., p. 155 e 156.

controle das dimensões do risco e ao incentivo a um desenvolvimento responsável, pautado na sustentabilidade²⁰².

Neste contexto, faz-se mister que, sob uma perspectiva ambiental da proteção dos riscos, adotemos uma mudança de paradigma na ampliação da interpretação do Estado e da titularidade dos direitos, de forma que a preservação do meio ambiente exerça papel orientador da atividade estatal. A ideia é que o Estado de Direito democrático e social, deve ser regido por preceitos, políticas e princípios ambientais, onde tal enfoque encontra-se diretamente relacionado à necessidade de existência de uma solidariedade intergeracional²⁰³. Assim, o Estado de Direito Ambiental pressupõe um alargamento da interpretação dos deveres do Estado, de forma que “além de ser um Estado de Direito, um Estado Democrático e um Estado Social, deve também se modelar como Estado Ambiental²⁰⁴”.

Um Estado que, diante das novas reivindicações da sociedade, confere uma maior proteção ao meio ambiente, tendo em conta os interesses tanto das gerações presentes, quanto das gerações futuras, tal enfoque ganha maior importância devido ao fato de que se as gerações presentes continuarem a usufruir do meio ambiente sem a adoção de medidas restritivas, inevitavelmente, restará comprometido, em caráter irreversível, os interesses ambientais das gerações que não de vir de gozar dos mesmos recursos disponíveis na atualidade.

Para coadunar com tal posicionamento, Capella estipula que “o Estado de Direito Ambiental é definido como a forma de Estado que se propõe a aplicar o princípio da solidariedade econômica e social para alcançar um desenvolvimento sustentável, orientado a buscar a igualdade substancial entre os cidadãos, mediante o controle jurídico do uso racional do patrimônio natural²⁰⁵”.

Canotilho desenvolve o conceito de Estado de Direito Ambiental através de uma “concepção integrada ou integrativa do ambiente”, sendo essencial uma “proteção global e sistêmica” do meio ambiente analisado sob uma perspectiva ampla, não apenas por meio da defesa dos seus componentes naturais ou componentes humanos, mas

²⁰²LEITE, José Rubens Morato; Belchior, Germana Parente Neiva. *Riscos e Danos Ambientais na Jurisprudência do STJ: um exame sob a perspectiva do Estado de Direito Ambiental*. Op. Cit., p.75.

²⁰³CANOTILHO, J.J. Gomes. *Estado Constitucional Ecológico e Democracia Sustentada*. In: *RevCEDOUA*, nº 8, ano IV, 2, 2001, p. 9 e 10.

²⁰⁴CANOTILHO, José Joaquim Gomes. *Direito público do ambiente*. Coimbra: Faculdade de Direito de Coimbra, 1995.

²⁰⁵CAPELLA, Vicente Bellver. *Ecología: de las razones a los derechos* *apud* LEITE, José Rubens Morato. *Sociedade de Risco e Estado*. In: *Direito Constitucional Ambiental Brasileiro*. São Paulo. Editora Saraiva. 2011, p. 170.

através da concepção alargada do bem ambiental, onde pressuponha ao Estado o dever de proteger não apenas “os perigos das “instalações” ou das “actividades”, mas também de acompanhar todo o processo produtivo e de funcionamento sob um ponto de vista ambiental²⁰⁶”.

A mudança de um Estado de Direito para a atribuição mais ativa dos preceitos ambientais e conseqüente introdução de um Estado de Direito Ambiental não implica em si uma ação efetiva do Estado, mas serve como fator orientador na adoção de suas medidas. Neste sentido, o ponto de vista ambiental ganha maior interesse em virtude da complexidade dos problemas ambientais atuais, posto que o Estado, que já encontrava dificuldade na salvaguarda da proteção ambiental diante dos riscos concretos e certos, agora encontra um desafio ainda maior, o de prevenir a ocorrência de efeitos prejudiciais próprios das incertezas científicas, através de uma adequada gerência dos novos riscos, que são abstratos e imprevisíveis²⁰⁷.

Vislumbramos ser indispensável que a construção teórica de um Estado de Direito Ambiental venha acompanhada de mecanismos viabilizadores dos seus preceitos. Neste ponto ganha destaque a interpretação das normas atuais que precisam ser enxergadas sob o ponto de vista do surgimento deste novo paradigma estatal. O ordenamento jurídico há de ser interpretado observando o contexto social a qual está inserido, tendo um olhar especial para as peculiaridades dos problemas existentes na atualidade, assim, um dos principais desafios da adoção de um novo paradigma estatal que tenha maior zelo pelo meio ambiente, é fazer com que as normas acompanhem a evolução da sociedade e, deste modo, sejam interpretadas por um olhar detentor de lentes cristalinas voltadas para a crise ambiental e a sociedade de risco²⁰⁸.

Outro fator importante que leva-nos a crer que uma nova visão faz-se essencial na interpretação das normas jurídicas ambientais vigentes, relaciona-se com o fato de que o caráter principiológico de tais preceitos coloca-os em constante conflito com outros direitos fundamentais de igual importância como, por exemplo, com o direito à liberdade e o direito à saúde. Tal fator transfere uma carga elevada de discricionariedade para os intérpretes que, através da percepção de um “movimento dialético do Direito”,

²⁰⁶ CANOTILHO, J.J. Gomes. *Estado Constitucional Ecológico e Democracia Sustentada* [...]. Op. Cit., p.12.

²⁰⁷ LEITE, José Rubens Morato; BELCHIOR, Germana Parente. *Riscos e Danos Ambientais na Jurisprudência do STJ: um exame sob a perspectiva do Estado de Direito Ambiental* [...]. Op. Cit., p.79.

²⁰⁸ LEITE, José Rubens Morato; BELCHIOR, Germana Parente Neiva. *Estado de Direito Ambiental e a particularidade de uma hermenêutica jurídica* [...]. Op. Cit., p.308.

devem perseguir um caminho trilhado pelos valores da sustentabilidade e da solidariedade intergeracional, a fim de proteger o equilíbrio ambiental e garantir o bem-estar social²⁰⁹.

Para a concretização de um Estado de Direito Ambiental e, deste modo, para uma adequada gestão dos riscos e, ainda, um melhor direcionamento dos intérpretes na resolução dos conflitos existentes, merecem atenção alguns princípios que servem de sustentáculo para a efetivação do novo paradigma estatal.

É certo que os princípios são disposições normativas basilares do ordenamento jurídico, que, devido a sua relevância, traçam as diretrizes, condicionam e orientam a aplicação do direito. São preceitos normativos de caráter geral que funcionam como alicerce do sistema jurídico, organizando-o e indicando os caminhos corretos a serem seguidos. Desta forma, podemos considerar que os princípios “são normas de natureza ou com um papel fundamental no ordenamento jurídico devido à sua posição hierárquica no sistema das fontes (ex: princípios constitucionais) ou à sua importância estruturante dentro do sistema jurídico (ex: princípio do Estado de Direito)²¹⁰”.

Neste sentido, em se tratando de um novo paradigma estatal voltado para a proteção ambiental, a efetivação dos seus preceitos encontra ligação direta com a orientação dos princípios do Direito Ambiental com intuito de ser alicerce na construção do Estado de Direito Ambiental. Há alguns princípios que são considerados estruturantes deste novo modelo estatal, dentre eles mencionaremos os mais relevantes no contexto do trabalho, quais sejam, o princípio da prevenção, o princípio da precaução e o princípio da responsabilização. Contudo, não podemos deixar de fazer menção aos princípios de interpretação constitucional que, de maneira indubitável, exercem papel primordial no direcionamento das tomadas de decisões dos intérpretes, são eles: princípio da razoabilidade, princípio da ponderação e princípio da proporcionalidade. Vale salientar, ainda, que todos os princípios atuam de maneira interligada e coordenada, não havendo um que possua maior relevância sobre o outro e, ainda, apresentam como fundamento geral de sua interpretação teórica, o princípio da solidariedade²¹¹.

²⁰⁹LEITE, José Rubens Morato; BELCHIOR, Germana Parente Neiva. *Estado de Direito Ambiental e a particularidade de uma hermenêutica jurídica* [...]. Op. Cit., p.308

²¹⁰CANOTILHO, José Joaquim Gomes. *Direito constitucional e teoria da constituição*. Coimbra: Almedina, 2000, p. 1124.

²¹¹LEITE, José Rubens Morato; BELCHIOR, Germana Parente. *Riscos e Danos Ambientais na Jurisprudência do STJ: um exame sob a perspectiva do Estado de Direito Ambiental* [...]. Op. Cit., p.79.

Ponto central da política ambiental, a gestão preventiva dos riscos requer, essencialmente, uma atuação preventiva e precaucional. É certo que os dois princípios possuem estreita ligação e estão diretamente ligados ao objetivo comum de evitar os impactos ambientais negativos e proteger os interesses das gerações presentes e das gerações que hão de vir.

A atuação preventiva ou precaucional faz lembrar, devido ao seu objetivo maior de impedir a concretização dos danos ambientais e dos seus efeitos, o ditado popular “*mais vale prevenir do que remediar*”. Tais princípios exercem função de extrema importância na gestão dos riscos, posto que suas medidas possuem como foco o momento anterior à efetivação do dano e são, sem dúvida, uma das principais vias para a redução das ações humanas que pejudicam a qualidade do meio ambiente. Tal constatação torna-se mais evidente quando da análise da ineficácia das medidas reparatórias que, por vezes, são de difícil mensuração, incertas e excessivamente onerosas. Neste sentido, “as ações incidentes sobre o meio ambiente devem evitar sobretudo a criação de poluições e perturbações na *origeme* não apenas combater posteriormente os seus efeitos, sendo melhor prevenir a degradação ambiental do que remediá-la *a posteriori*”²¹².

Outro ponto em comum entre os princípios é que a responsabilidade pela atuação preventiva e precaucional é compatilhada, de maneira que todos os setores da sociedade devem participar e o Estado deve desenvolver instrumento e políticas voltadas para o fortalecimento deste tipo de comportamento. A atuação preventiva é de responsabilidade não apenas do Estado, mas de toda a coletividade que tem o dever de tomar consciência do seu papel, participando e influenciando ativamente na adoção de medidas voltadas para inibir a concretização de efeitos prejudiciais, por meio de uma mudança no comportamento, a fim de possibilitar um meio ambiente sadio.

Contudo, para além dos pontos de consenso, há que se perceber a diferença existente entre os dois princípios, enquanto a prevenção figura como o meio pelo qual busca-se inibir os riscos concretos ou potenciais que, como dito anteriormente são previsíveis diante do conhecimento humano, a precaução vem com o objetivo de inibir a ocorrência do dano mesmo diante da ausência de certeza científica, atua frente ao risco

²¹²CANOTILHO, José Joaquim Gomes; MOREIRA, Vital. Constituição da República Portuguesa: anotada. 4.ª ed. Coimbra. Coimbra Editora. 2007-2010, p. 348.

abstrato, por meio de mecanismos antecipatórios da efetivação de consequências que, em parcela dos casos, são irreversíveis e duradouras²¹³.

Assim, os dois princípios diferem, essencialmente, quando a precaução estende a atitude cautelar diante dos riscos e obriga um agir antecipatório diante da iminência de consumação de determinados perigos ao meio ambiente, mesmo estando diante de uma incerteza científica, ou seja, “enquanto que a prevenção tradicional lida com a probabilidade, a precaução vai além, cobrindo a mera possibilidade – e mesmo a descoberto de qualquer base de certeza científica²¹⁴.

O princípio da precaução pressupõe uma conduta consubstanciada na ideia geral do *in dubio pro ambiente*, onde dar-se-á prioridade ao meio ambiente diante da possibilidade de determinada atividade ensejar algum perigo ou risco, mesmo não havendo dados científicos concretos quanto aos seus efeitos e nem quanto à relação de causalidade existente entre estas atividades e os efeitos gerados.

Os riscos aos quais à proteção ao meio ambiente visa salvaguardar não são apenas aqueles em que existam estudos concretos acerca da possibilidade de ocorrência do dano - riscos ambientais iminentes -, mas toda e qualquer ameaça futura de que atividades humanas possam vir a comprometer os interesses intergeracionais e a garantia a um meio ambiente sustentável. O que se pretende com a máxima *in dubio pro ambiente* é proteger o meio ambiente e garantir o mínimo existencial ecológico em casos em que este direito fundamental esteja em conflito com outros direitos. No entanto, é essencial salientarmos que tais preceitos não são absolutos, serão analisados perante as peculiaridades do caso concreto, posto que, em virtude da impossibilidade concreta de eliminação da total dos riscos, nem todas as atividades arriscadas serão passíveis de proteção jurídica e, ainda, devido ao desenvolvimento científico dar-se de maneira acelerada, as certezas científicas são dinâmicas e mutáveis no tempo, fazendo-se primordial um agir sempre com ponderação frente as decisões sobre os riscos²¹⁵.

A aplicação do princípio da precaução na gestão dos riscos e das incertezas científicas próprias da sociedade contemporânea aparece como indispensável na

²¹³LEITE, José Rubens Morato. *Sociedade de Risco e Estado*[...]. Op. Cit., p. 193 e 194.

²¹⁴GOMES, Carla Amado. *Dar o duvidoso pelo (in)certo? Reflexões sobre o “princípio da precaução”*. Revista Jurídica do Urbanismo e do Ambiente. Coimbra. Editora Almedina, 2001, p. 9-38 . Arquivo Eletrônico. Disponível em: <https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/3779571743265/precaucao.pdf>, p. 5.

²¹⁵LEITE, José Rubens Morato. *Sociedade de Risco e Estado*[...]. Op. Cit., p. 197.

concretização e estrutura do Estado de Direito Ambiental, a fim de garantir uma efetiva justiça ambiental e combate das atividades perigosas.

Neste contexto, para que seja realizada uma adequada ponderação, é preciso que seja verificada a real necessidade do desenvolvimento de determinada atividade e seus potenciais efeitos indesejados. Ou seja, através do princípio da precaução “Não é preciso que se tenha prova científica absoluta de que ocorrerá dano ambiental, bastando o risco de que o dano seja irreversível para que não se deixe para depois as medidas efetivas de proteção ao ambiente. Existindo dúvida sobre a possibilidade futura de dano ao homem e ao meio ambiente, a solução deve ser favorável ao ambiente e não ao lucro imediato – por mais atraente que seja para as gerações presentes²¹⁶”. O pressuposto basilar de tal entendimento é que os recursos ambientais existentes são finitos em contraponto às aspirações e a capacidade de criação e inovação humana, que são infinitas, fator que requer a adoção de medidas precaucionais, a fim de que a execução da atividade esteja diretamente relacionada com a proteção ecológica e manutenção da qualidade de vida²¹⁷.

Neste diapasão, há outro princípio que é de extrema relevância na garantia da justiça ambiental, o princípio da responsabilização que consiste no fato de que medidas preventivas e precaucionais analisadas isoladamente perderiam seu objeto se os eventuais responsáveis por possíveis danos ao meio ambiente não fossem obrigados a responder por seus atos. As sociedades atuais imprimem uma carga elevada de riscos sem terem por conseguinte um sistema eficaz de compensação dos mesmos, faz-se indispensável, portanto, que “o poluidor seja responsável pelos seus atos, ao contrário do que prevalecia no passado quanto ao uso ilimitado dos recursos naturais e culturais²¹⁸”.

Outra questão relevante e muito discutida na doutrina diz respeito à inserção do princípio da responsabilização em uma dimensão econômica, que implica na introdução de custos ambientais relacionados com determinada atividade produtiva, desta forma, por mais difícil que seja a valoração do meio ambiente, a mesma não pode ser impeditiva da responsabilização dos agentes causadores de danos²¹⁹⁻²²⁰. Desta forma, tal princípio

²¹⁶MACHADO, Paulo Affonso de Leme (1996) *apud* GRANZIERA, Maria Luiza Machado. *Direito Ambiental*. São Paulo: Atlas, 2009, p. 58.

²¹⁷LEITE, José Rubens Morato. *Sociedade de Risco e Estado*[...]. Op. Cit., p. 199 – 201.

²¹⁸LEITE, José Rubens Morato. *Sociedade de Risco e Estado*[...]. Op. Cit., p. 202.

²¹⁹A respeito do caráter valorativo do meio ambiente vale a pena frisar que: “Fazendo um paralelo com a indenização do dano da morte no direito civil, tal como a perda da vida humana, também as perdas de biodiversidade podem ser tão graves que não há indenização que *compense* os danos causados. Porém,

deve ser articulado ao princípio do poluidor-pagador, como instrumento de atribuição de custos à poluição²²¹.

Vislumbramos a necessidade de fazer referência, ainda, aos princípios de interpretação constitucional que direcionam a tomada de decisões e contribuem para a edificação do Estado de Direito Ambiental.

Apesar de defendermos este novo paradigma estatal, é preciso termos consciência de que o direito ao gozo de um meio ambiente sadio não é absoluto e poderá ser preterido se houverem outros mais relevantes na análise do caso concreto. Embora inexistam uma ordenação hierárquica entre os direitos fundamentais, haverá sempre uma graduação relativa destes tendo em vista os interesses, valores e o contexto social presentes na análise do caso em questão.

Ocorrerá, portanto, uma análise quanto ao peso dos interesses, valores e bens envolvidos dentro de cada direito fundamental e, diante do conflito existente e das peculiaridades do caso, deverá ser ponderado quais são aqueles tidos por mais relevantes. Assim, “a *ponderação* é indicada como o *meio pertinente* para a resolução de conflitos, ressaltando-se, com maior clareza, o critério da proporcionalidade em sentido estrito, que otimiza os graus de concretização dos direitos fundamentais, de acordo com as possibilidades fáticas ou jurídicas, vez que está indissociavelmente vinculada à mesma qualidade operativa dos princípios²²²”.

A ponderação é o balanceamento dos interesses envolvidos dentro das particularidades do caso, ocorre em momento anterior ao princípio da proporcionalidade que surge quando já há uma ordenação dos interesses tidos por mais relevantes e

de forma mais pragmática, e concordando com a doutrina civilista majoritária, tal como consideramos injusto não compensar a lesão do bem vida “só” porque a vida humana tem um valor incalculável, também consideramos injusto desenvolver actividades que comportem perdas graves de biodiversidade, sem o estabelecimento de qualquer forma de pagamento compensatório, a pretexto do seu valor incalculável”. ARAGÃO, Alexandra. *A Natureza não tem Preço... Mas Devia*. In: Estudos em Homenagem ao Professor Doutor Jorge Miranda. Coimbra. Coimbra Editora. 2012. p.18 e19.

²²⁰É certo que a dinâmica dos danos atuais faz com que seja, cada vez mais difícil, estabelecer a relação causa-efeito com relação aos atos que prejudicam o meio ambiente e avaliar o valor monetário do dano provocado no mesmo, tendo em vista que o valor das paisagens e dos ecossistemas não é conhecido e que, mesmo sendo possível avaliar os prejuízos, nem sempre será fácil estabelecer quem são as vítimas, que podem fazer parte tanto das gerações presentes quanto das futuras gerações. KISS, Alexandre. *Direito Internacional do Ambiente*. In: Direito do Ambiente. Oeiras. Instituto Nacional de Administração. p. 153 e 154.

²²¹NUNES JUNIOR, Amandino Teixeira. *O Estado Ambiental de Direito*. In: Revista de Informação Legislativa. Distrito Federal: Senado Federal, p. 295-307, a. 41, n. 163, jul./set. 2004, p. 302 e 303.

²²²AYLA, Patryck De Araújo. *Direito e Incerteza; a proteção jurídica das futuras gerações no Estado de Direito Ambiental*. Dissertação de pós-graduação. Centro de Ciências Jurídicas da Universidade de Santa Catarina. Florianópolis, 2002, p.210.

materializa-se na concretização de medidas adequadas, necessárias e proporcionais para resolução do conflito²²³.

A proporcionalidade visa impedir excessos nos meios voltados para a resolução dos conflitos, de maneira que exige uma justificação das razões pelas quais motivaram-se as restrições, ou seja, as medidas devem ser equilibradas e razoáveis, quanto mais intensa for a limitação de um direito, maiores devem ser as fundamentações que justifiquem tais limites.

Portanto, “não há coincidências entre a *ponderação* (*balancing/abwägung*) concebida como método de interpretação e a proporcionalidade (*Verhältnismäßigkeitsgrundsatz*), que se utiliza da ponderação como um dos critérios para determinar a melhor solução para o caso concreto²²⁴”.

6. *A Aplicação do Princípio da Precaução aos Nanocosméticos: o caminho para uma adequada gestão dos riscos.*

A necessidade de proteção dos valores jurídicos expostos aos riscos, agregado ao fato de inexistirem resultados científicos suficientes – ausência de certeza científica – com relação aos potenciais efeitos nocivos de determinada atividade, que indique a possibilidade de ocorrência de danos ao meio ambiente e a saúde das pessoas, fato que se verifica com relação à nanotecnologia, já justifica por si só a aplicabilidade do princípio da precaução. Tendo em vista que, em linhas gerais, o princípio da precaução aplica-se nos casos em que haja insuficiência de dados científicos probatórios e que associado a isto se tenha motivos suficientes para suspeitar dos efeitos nocivos tanto para a saúde humana quanto para o meio ambiente.

Contudo, vislumbramos a necessidade de uma abordagem aprofundada acerca da aplicabilidade do princípio da precaução tendo por base não apenas o avanço tecnológico e os riscos, fruto da nanotecnologia, mas a sua incidência específica no que se refere aos nanocosméticos.

Ao estudarmos o princípio da precaução nos deparamos de logo com a controvérsia existente acerca da sua natureza jurídica e o *status* atribuído a este no

²²³ A respeito da temática: SILVA, Susana Tavares da. *O Tetralema do controlo judicial da proporcionalidade no contexto da universalização do princípio : adequação, necessidade, ponderação e razoabilidade*. Boletim da Faculdade de Direito, Vol. 88, t. 2 (2012). Coimbra. 2012.

²²⁴ AYLA, Patryck De Araújo. *Direito e Incerteza; a proteção jurídica das futuras gerações no Estado de Direito Ambiental* [...]. Op. Cit., p. 213.

âmbito internacional. Neste estudo não pretendemos adentrar nestas questões, no fato deste ser reconhecido como princípio autônomo ou apenas como um princípio diretivo do costume internacional. Faremos, aqui, uma abordagem tendo por objeto a essencialidade do princípio da precaução, como parte integrante do Direito Ambiental, porém, sem ignorarmos o fato de que atingiu dimensão tal que não limita-se a apenas a área em menção²²⁵.

Conforme proposto na Declaração do Rio de Janeiro sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento Sustentável, durante a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento, de junho de 1992, em seu Princípio 15 e, “com o fim de proteger o meio ambiente, o princípio da precaução deverá ser amplamente observado pelos Estados, de acordo com suas capacidades. Quando houver ameaça de danos graves ou irreversíveis, a ausência de certeza científica absoluta não será utilizada como razão para o adiamento de medidas economicamente viáveis para prevenir a degradação ambiental²²⁶”.

A aplicação do princípio da precaução ocorre, então, sempre que houver incerteza científica acerca dos riscos a que estão expostos o meio ambiente e a saúde humana, tendo o Estado e a sociedade em geral, o dever de adotar as medidas antecipatórias necessárias para prevenir, o máximo quanto seja possível, a concretização do dano. Desta forma, sua adoção dar-se-á na existência de dúvida quanto à possibilidade de determinada atividade acarretar danos ao meio ambiente e/ou a saúde

²²⁵O princípio da precaução não está apenas relacionado com o meio ambiente “embora no Tratado o princípio da precaução seja expressamente referido apenas no domínio do ambiente, o seu âmbito de aplicação é muito mais vasto. Abrange circunstâncias específicas em que os resultados científicos sejam insuficientes, inconclusivos ou incertos mas haja indicações, na sequência de uma avaliação científica objectiva preliminar, que existem motivos razoáveis para suspeitar que os efeitos potencialmente perigosos para o ambiente, a saúde das pessoas e dos animais ou a protecção vegetal podem ser incompatíveis com o elevado nível de protecção escolhido”. COMISSÃO DAS COMUNIDADES EUROPEIAS. *Comunicação da Comissão Relativa ao Princípio da Precaução*. Bruxelas, 2000. p. 11. Arquivo Eletrônico. Disponível em: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2000:0001:FIN:pt:PDF>

Desta forma, “apesar de ter surgido num contexto ambiental, actualmente vemos o princípio da precaução aplicado em contextos muito diferentes. Além dos temas mais próximos, como a saúde pública (em sentido amplo, abrangendo a saúde das pessoas, dos animais e ainda a protecção vegetal), a protecção dos consumidores ou a agricultura, tem sido invocado igualmente em matéria de comércio internacional (nomeadamente casos junto da Organização Mundial de Comércio, concretamente quanto aos acordos sobre medidas sanitárias e fitosanitárias e sobre barreiras técnicas ao comércio, a propósito de aditivos alimentares à base de hormonas, do amianto, dos organismos geneticamente modificados), no direito da família (por exemplo, no Tribunal Europeu dos Direitos do Homem, a sua aparição em casos de regulação do poder paternal¹⁶ tem sido recorrente) e até em direito orçamental, aplicado ao cálculo das receitas”. ARAGAO, Alexandra. “*O Princípio da Precaução: manual de instruções*”. *In: Revista CEDOUA*, nº 22, ano XI, 2008, p.11

²²⁶ Declaração do Rio de Janeiro sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento Sustentável. Princípio 15. Arquivo Eletrônico. Disponível em: <http://www.onu.org.br/rio20/img/2012/01/rio92.pdf>

das pessoas, sendo mais apropriado que sejam tomadas todas as providências possíveis para inviabilizar a ocorrência do impacto negativo do que, após a ocorrência do dano, fazer-se uso de medidas reparatórias, tendo em conta que o dano poderá ser, por vezes, irreversível.

Pensamos ser fator importante, neste ponto, frisarmos que o amparo do princípio da precaução está relacionado não apenas com a mera possibilidade de ocorrência do dano, há que ver-se caracterizada a verossimilhança, pois, o que se protege aqui não são os riscos por si só – considerando que toda atividade implica algum risco – mas a ausência de certeza científica em relação ao exercício seguro da atividade e a possibilidade real desta levar a ocorrência de danos²²⁷.

À luz deste entendimento, temos que os pressupostos indispensáveis para o emprego do princípio da precaução são: a ausência de informações suficientes que gere uma incerteza científica sobre os riscos e a ameaça verossímil de danos graves e irreversíveis. Presentes tais pressupostos, o poder público tem o dever de adotar todas as medidas de cautela viáveis a fim de prevenir a ocorrência dos danos e proteger o meio ambiente e a saúde humana.

Diferente do que sugere o princípio da prevenção, onde diante de uma análise prévia acerca da possibilidade de tornar consumado um dano, serão adotadas todas as medidas compensatórias e mitigadoras necessárias para impedir, ou pelo menos minorar, sua ocorrência. A prevenção encontra justificativa na inibição de determinada atividade que já é sabidamente perigosa à efetivação do dano, previne-se aqui o perigo concreto, cuja consumação do dano é não apenas possível, mas provável. Não há no princípio da precaução a certeza científica absoluta sobre esta consumação do dano, protege-se aqui a ameaça, o objetivo é superar as limitações de conhecimento científico existente e proteger mesmo em face da incerteza de concretização do dano, salvaguarda-se aqui o perigo abstrato.

A aplicação do princípio da precaução dar-se-á nos casos em que inexistam certezas científicas suficientes e quando, aliada a esta, haja uma avaliação científica preliminar que indique haver motivos razoáveis – verossimilhança – para suspeitar

²²⁷“O princípio da precaução conduz à prevalência de interesses futuros superiores, sobre interesses actuais qualitativamente inferiores. Tem como limite a verossimilhança. O princípio da precaução não actuará se o risco de lesão do bem futuro não for minimamente verosível. Preferimos que seja a verossimilhança, e não a probabilidade estatística, a comandar o funcionamento do princípio da precaução, para evitar eu o princípio da precaução fique submetido ao jugo das probabilidades, ou dominado pelo jogo dos números”. ARAGÃO, Alexandra. *O Princípio do Nível Elevado de Protecção e a Renovação Ecológica do Direito do Ambiente e dos Resíduos*. Coimbra. Almedina. 2006. p. 212.

acerca de efeitos potencialmente perigosos para a saúde das pessoas e o meio ambiente como um todo²²⁸.

Outro fator importante a ser objeto de análise é a delimitação do grau de incerteza que se pretende amparar na precaução, de modo que se faz essencial “fixar o limite mínimo de incerteza que justifique a abstenção da intervenção (ou a sua suspensão), ou que obriga a uma actuação²²⁹”. Leva-se em consideração o fato de que na dinâmica típica das sociedades atuais não existe a possibilidade de se eliminar os riscos de maneira total, tendo em vista que os riscos são característicos e inerentes a própria vida humana²³⁰.

Há que se ter em mente, também, os fatores econômicos ligados a proteção dos riscos, posto que esta requeira investimentos e o emprego de recursos públicos, por vezes altíssimos, motivação que impede o Estado, não apenas devido à redução da liberdade do indivíduo de ver-se em condições de optar por correr ou não alguns riscos, mas também por questões econômicas, não parece-nos viável a criação de um cenário de protecionismo tal onde o risco seja o mais próximo possível do nulo.

Na realidade, não há “interesse em prevenir a ocorrência de todo e qualquer dano, na medida em que de actividades potencialmente prejudiciais para determinados bens jurídicos também decorrem benefícios para a proteção desses ou de outros bens jurídicos igualmente valiosos²³¹”. A Comissão determinou que esta decisão acerca do grau de aceitabilidade do risco para a sociedade é uma decisão de responsabilidade política e que, diante de um risco inaceitável para a população, devam ser adotadas todas as medias a fim de encontrar respostas para os mesmos e garantir a segurança social.

Neste sentido, o princípio ganha maior relevância na atualidade em virtude destas características inerentes às sociedades contemporâneas, que, como sociedades do risco, estimulam-se, cada vez mais, pela imprevisibilidade e amplitude próprias dos riscos do desenvolvimento tecnológico e, diante disto, vivenciamos mais ativamente a necessidade de ocorrer uma antecipação e controle dos riscos, fator que fortalece os modelos democráticos participativos típicos das sociedades contemporâneas. Adotar o

²²⁸COMISSÃO DAS COMUNIDADES EUROPEIAS, *Comunicação da Comissão Relativa ao Princípio da Precaução*. Op. Cit., parágrafo 3.º.

²²⁹GOMES, Carla Amado. *Risco e Modificação do Acto Autorizativo Concretizador de Deveres do Ambiente* [...]. Op. Cit., p.182.

²³⁰. *Ibidem*.

²³¹MELO, Helena Pereira de. “*No Date, no Market*” [...] Op. Cit, pp. 30-33.

princípio da precaução significa aplicar as tutelas preventivas de maneira ampla, alargar os domínios da prevenção de forma a abarcar também os riscos cientificamente não comprovados, tendo em vista o perfil das sociedades atuais, onde há uma prevalência de efeitos imprevisíveis e seus impactos não encontram limites espaciais ou sociais, os riscos passaram a serem difusos, globais e com efeitos de longo prazo, ou seja, intergeracionais²³².

Portanto, outra condição que induz a adoção do princípio da precaução é exatamente a amplitude do dano, e suas conseqüências não apenas com base nos interesses e garantias individuais das gerações presentes, mas considerando, de igual modo, os direitos das gerações futuras.

Segue-se aqui a linha de entendimento de que por mais que não possamos enxergar por meio de uma perspectiva imediatista sobre como e quais serão as necessidades das gerações futuras, há que se ter uma justiça entre as gerações, pois, apesar das gerações futuras serem “compostas por indivíduos futuros, isto é, por indivíduos que ainda não existem, que não se sabe *quando* existirão nem mesmo *se* existirão, uma vez que a sua existência depende de múltiplos factores. [...] Em causa estão portanto, indivíduos que, *a priori*, não são identificáveis, dado que não nos é possível saber, com antecedência, quem ou quantos serão²³³”. Em uma perspectiva de dever de solidariedade entre as gerações, o fato de não termos conhecimentos precisos sobre sua existência não as tornam menos garantidoras dos direitos usufruídos pelas as gerações atuais, ambas são titulares dos mesmos direitos, que são direitos intrínsecos a própria humanidade²³⁴.

Desse aparato fático, faz-se mister frisarmos que com base na ideia de uma justiça intergeracional temos que o desenvolvimento almejado pelas gerações presentes, neste incluímos o desenvolvimento nanotecnológico, tem de ser hábil para preencher os interesses tanto destas gerações quanto as necessidades das gerações futuras. Tal entendimento encontra amparo no *princípio do desenvolvimento sustentável*, que pode ter três dimensões básicas: “a *sustentabilidade interestatal* impondo a equidade entre

²³²BERGER FILHO, Airton Guilherme; Vieira, Gustavo Oliveira. *O Direito Internacional* [...]. Op. Cit, p.83.

²³³MELO, Helena Pereira de. Manual de Biodireito. Editora Almedina. Coimbra. 2008. p. 184.

²³⁴Vale salientar que alguns autores como “M Warren e J. Bennett, consideram que as gerações futuras não tem qualquer direito à existência a fazer valer [...] Outros autores, pelo contrário, manifestam-se decididamente a favor do dever de assegurar a sobrevivência da espécie [...] Hans Jonas afirma que a humanidade não tem o direito ao suicídio; existe, explica, uma «obrigação de provir», uma «ética do futuro», que nos compele a agir de forma a que hajam ainda homens amanhã”. OST, François. *A natureza à margem da Lei: a ecologia à prova do direito*. Lisboa: Instituto Piaget, 1995, p. 319.

países pobres e países ricos; a *sustentabilidade geracional* que aponta para a equidade entre diferentes grupos etários da mesma geração (exemplo: jovem e velho); a *sustentabilidade intergeracional* impositiva da equidade entre pessoas vivas no presente e pessoas que nascerão no futuro²³⁵.

O desenvolvimento tecnológico deve ter como parâmetro a sustentabilidade, não apenas no âmbito geracional, como garantidora dos interesses nítidos das sociedades atuais, mas a fim de salvaguardar interesses futuros, no norte da terceira dimensão de sustentabilidade proposta, intergeracional.

Diante de tudo que foi exposto, o princípio da precaução aparece como um dos elementos chave nesta proteção entre gerações e adoção da sustentabilidade como pressuposto do desenvolvimento, assim e em concordância com o entendimento adotado no que tange o princípio da precaução, vislumbramos a necessidade deste amparar a regulação das variadas aplicações da nanotecnologia de forma indispensável para assegurar uma ampla proteção da saúde humana e do meio ambiente, abrangendo não apenas as gerações presentes, mas também as gerações que hão de vir.

A nanotecnologia, como importante vertente do desenvolvimento econômico e tecnológico da sociedade atual, traz a baila alguns efeitos potencialmente perigosos tanto para os seres humanos quanto para o meio ambiente. Inúmeros produtos de praticamente todos os setores estão sendo colocados no mercado, ao tempo em que outros já estão sendo formulados e novas gerações de produtos são rapidamente disponibilizadas, aparecendo novos riscos e incertezas onde, chegar-se-á em uma altura que praticamente todos os cidadãos tenham sido expostos de alguma maneira aos nanomateriais. No entanto, a tecnologia se desenvolve de maneira mais acelerada que os mecanismos de pesquisa acerca dos seus riscos, o que faz com que estejamos atualmente em uma situação onde inexistem métodos áptos a fornecer informações cientificamente conclusivas sobre os riscos. Permanece um território de indefinição, de forma que existem dados suficientes para a percepção da existência do problema, mas em um nível de conhecimentos relativamente baixo, o que não permite a adoção de um agir capaz de conter os efeitos prejudiciais e, concomitantemente, impulsionar o avanço tecnológico e a disponibilização de informações seguras para a ação adequada gestores públicos na implementação de um aparato regulatório.

²³⁵CANOTILHO, J. J. Gomes. *O Princípio da Sustentabilidade como Princípio Estruturante do Direito Constitucional*, In Revista de Estudos Politécnicos, Vol. VIII, n.º 13, 2010.p.8. Arquivo Eletrônico. Disponível em: <http://www.scielo.oces.mctes.pt/pdf/tek/n13/n13a02>

Embora muito já tenha sido avançado nos conhecimentos e estudos acerca dos riscos da nanotecnologia, permanece o cenário de inexistência de dados e conhecimentos científicos suficientemente disponíveis que estejam aptos a garantir de maneira concreta a proteção da utilização das nanopartículas introduzidas no mercado. Não há, portanto, informações científicas conclusivas em matéria de avaliação dos riscos, que determine com exatidão quais os riscos desta tecnologia.

Uma quantidade significativa de investigações publicadas levam a crer que os nanomateriais contidos em determinados produtos são suscetíveis de causar algum dano para a saúde das pessoas e o meio ambiente, no entanto, devido às controvérsias que pairam sobre os estudos, principalmente quanto aos critérios e as metodologias de análise utilizadas, a comunidade científica e os agentes envolvidos como um todo não consideram haver, ainda, informações científicas adequadas para enquadrar a nanotecnologia nos critérios consagrados pelo princípio da prevenção, ou seja, não há estudos que apontem para a existência concreta de ocorrência de danos.

Em virtude da ausência de consenso científico em matéria de avaliação dos riscos que permitam identificar em matéria dos seus efeitos nocivos, qual a sua dimensão, gravidade e probabilidade de ocorrência. Temos que ver-se caracterizada a incerteza científica na matéria, o que impõe uma maior atenção dos atores envolvidos no sentido de intensificação de estudos capazes de fornecer informações precisas para solucionar as incertezas e, diante deste cenário, a adoção do princípio da precaução é a maneira adequada, como forma de proteger os bens jurídicos a serem potencialmente afetados²³⁶.

A incerteza científica que gira em torno da nanotecnologia não aparece de maneira uniforme em todas as aplicações, há casos em que se tem mais razão para preocupação do que outros, apesar de não haver condições seguras na generalidade das aplicações. Desta forma, tendo-se em conta que nem todos os riscos devem ser amparados, deve-se fazer uma investigação casuística para determinar quais são os riscos que figuram como aceitáveis para a sociedade, uma vez que há razões para crer que algumas aplicações podem não apenas serem inofensivas para a saúde humana e para o meio ambiente, como serem detentoras de recursos capazes de proporcionar

²³⁶ BERGER FILHO, Airton Guilherme; Vieira, Gustavo Oliveira. *O Direito Internacional* [...]. Op. Cit, p.82.

grandes contributos à proteção dos aludidos bens jurídicos, ao tempo em que outras, probabilisticamente podem ser bastante prejudiciais²³⁷.

A avaliação dos riscos com relação a nanotecnologia também deve seguir a mesma lógica e ser feita tendo em consideração a especificidade de cada ingrediente e o protudo final destes, assim, parece-nos ser este um dos grandes desafios da concretização da avaliação, posto que a dinâmica do mercado faz surgir cada vez mais produtos e, com eles, novos riscos e incertezas, apesar de necessária, permanece distante a perspectiva de avaliação caso-a-caso dos riscos diante da quantidade de produtos e inconstância características próprias da tecnologia.

Para além do exposto, como regra geral, a fim de facilitar as questões referentes aos riscos e para concretização do princípio da precaução à nanotecnologia, implica-se a inversão do ônus da prova com relação aos efeitos negativos e a garantia de segurança, impondo aos fabricantes, importadores e utilizadores, a disponibilização das provas de que as substâncias que fabricam, colocam no mercado ou utilizam não são susceptíveis de acarretar danos à saúde humana ou ao meio ambiente²³⁸, desta forma, na ausência de certezas científicas sobre os riscos, protege-se o ambiente. Tal concepção segue o que estipula o princípio “*in dubio pro ambiente*” onde, na dúvida quanto à possibilidade de determinada atividade ser ou não capaz de provocar danos, atua-se da maneira que seja mais favorável ao ambiente²³⁹.

Contudo, não há unanimidade quanto à efetividade da aplicação do princípio da precaução, o receio que há em sua adoção encontra amparo no fato que este, para muitos autores, pode inibir o avanço de uma tecnologia capaz de trazer benefícios sociais inimagináveis. Aqueles que possuem posição contrária ao princípio o fazem, para além das perdas sociais, com base nos seguintes argumentos: de que as informações atuais acerca do risco não justificam a utilização de altos custos e a possibilidade de desperdícios de recursos; a proibição de algumas atividades arriscadas serem fator determinante para a introdução de outros e, por vezes, piores riscos para a sociedade; ir de contra o incentivo que deve ser dado ao avanço científico e tecnológico; existirem, atualmente, normas eficazes para o controle do risco, o que não justificaria a

²³⁷ MELO, Helena Pereira de. “*No Date, no Market*” [...] Op. Cit, p. 33.

²³⁸Ibidem, p. 11.

²³⁹Ibidem, p.8.

adoção do princípio; tender a uma aplicação radical do princípio em busca do impossível *risco zero*²⁴⁰.

Assim, a aplicação radical do princípio da precaução é irrealista tendo em vista que a dinâmica da sociedade atual não permite auferir certezas científicas absolutas e, ainda, sem ser efetivamente ponderada, corre o risco de privilegiar alguns interesses em detrimento de outros com uma visão simplista, típica de um protecionismo excessivo, da lógica do *risco zero*²⁴¹.

O caminho que trilha a concepção radical de aplicabilidade do princípio tende, de fato, a não alcançar os objetivos ansiados pela sociedade, o equilíbrio deve envolver as questões que envolvem as medidas precaucionais, de maneira a conseguir ponderar todos os interesses envolvidos. O mau uso do princípio da precaução pode torná-lo um obstáculo ao desenvolvimento científico-tecnológico, fruto de uma concepção do princípio desinformada, guiada em demasia pelo temor público que e, ao contrário do exercício do papel que essencialmente propõe, pode não contribuir efetivamente a um direcionamento seguro das decisões públicas²⁴².

Diante do exposto, cabe ao legislador o papel primordial de encontrar a melhor medida tendo por base o caso concreto. Com relação à nanotecnologia, temos que são várias as medidas de precaução a serem ponderadas com relação aos riscos inerentes a cada aplicação específica.

No que diz respeito à regulação, a decisão do legislador na aplicação do princípio da precaução vai desde a *liberação* de comercialização e uso de determinada substância ou produto em virtude da ausência de probabilidade de ocorrência dos riscos e eventual interesse social no produto; o *controle e monitoramento* da substância ou do produto por existir uma maior potencialidade de concretização dos riscos, que necessite uma atuação mais intensa dos agentes interessados, mas que em virtude dos seus benefícios não se justifiquem medidas mais radicais; a *proibição total* de comercialização e uso de alguma substância ou produto que represente um risco grave para a sociedade e seus benefícios não sejam suficientes para justificar a adoção de medidas relativizadas.

²⁴⁰ESCALANTE, José Manuel de Cózar. *Principio de Precaución y Medio Ambiente*. Rev.Esp.Salud Pública, Vol. 79, nº 2 – Marzo-Abril 2005, p.140. Disponível em: <http://scielo.isciii.es/pdf/resp/v79n2/colaboracion1.pdf>

²⁴¹GOMES, Carla Amado. *Risco e Modificação do Acto Autorizativo Concretizador de Deveres do Ambiente* [...]. Op. Cit.,p.183.

²⁴²BERGER FILHO, Airton Guilherme; Vieira, Gustavo Oliveira. *O Direito Internacional* [...]. Op. Cit, p.85

Neste sentido, o legislador poderá se abster de regular em relação a determinada aplicação da nanotecnologia quando as informações indicarem que a ocorrência do dano seja improvável e, em contrapartida, os benefícios da aplicação sejam elevados. Poderá introduzir medidas de *soft law* quando a probabilidade de consumação do dano seja acentuada mas, em uma ponderação do custo-benefício, não seja suficiente para justificar medidas juridicamente vinculativas, poderá, ainda, proibir o exercício da atividade quando esta representar um risco inaceitável para a sociedade²⁴³.

As medidas empregadas devem levar em consideração, de maneira especial, o *princípio da proporcionalidade*, tendo em vista que é indispensável a ponderação de todos os interesses em conflito, bem como ter como critério para esta ponderação a relação dos custos e dos benefícios de determinada aplicação advinda da nanotecnologia e em quais produtos e até onde esta poderá atuar, sempre visando a salvaguarda da saúde humana e do bem-estar ambiental. A proporcionalidade parece ser o caminho para a aplicação adequada do princípio da precaução, que equilibre todos os fatores preponderantes, pois a nanotecnologia pode representar um importante meio para o desenvolvimento econômico e para a resolução de diversos problemas enfrentados pela sociedade atual, contudo, é necessário que esta seja utilizada de maneira coordenada e segura, para que assim possa ser de grande contributo para o desenvolvimento da sociedade.

O emprego do princípio da proporcionalidade encontra justificativa, no que concerne a nanotecnologia e, em consequente, os nanocosméticos, por não ser possível a introdução de medidas juridicamente eficazes e efetivas sem que antes sejam cuidadosamente ponderados todos os interesses conflitantes. Em um contexto geral, tal conflito se dá entre os valores da saúde, do meio ambiente, a autonomia privada e o desenvolvimento econômico e social. Mas, conforme já mencionando, esta ponderação deve ser feita de maneira diversa de acordo com as diversas aplicações da nanotecnologia. Não seria prudente ponderar, de igual modo, os nanoprodutos destinados aos cosméticos e aqueles voltados para tratamentos de saúde ou medicamentos.

Desta forma, devem ser levado em consideração quando do exercício da ponderação alguns fatores primordiais, quais sejam: o tipo de aplicação da

²⁴³ MELO, Helena Pereira de. “*No Date, no Market*” [...] Op. Cit, p. 31.

nanotecnologia; a probabilidade de efeitos prejudiciais inerente a cada aplicação, ou seja, o nível de risco de ocorrência do dano e, se este é considerado ou não como aceitável para a sociedade; contrabalancear os efeitos prejudiciais com os possíveis benefícios de modo que, nesta relação custo-benefício, justifique-se a adoção de determinada medida a fim de que a sociedade não perca os benefícios do avanço científico e tecnológico.

No contexto dos nanocosméticos, portanto, o conflito de valores ocorre, para além dos valores da saúde, meio ambiente, autonomia privada e desenvolvimento econômico e social, há que ser considerado e, parece-nos ser bastante relevante no direcionamento da tomada de decisões, o valor da estética. Ao tempo em que todos os valores protegidos são de extrema importância no contexto social, há que se ter um equilíbrio na delimitação de quais serão, no caso concreto, tidos como mais relevantes, ou seja, há que se ponderar quais merecem maior proteção em relação aos cosméticos a base da nanotecnologia e quais, apesar de serem individualmente importantes, serão menos relevantes diante da situação.

A participação pública ganha destaque neste processo de adoção das medidas protetivas adequadas, pois é de suma importância para a garantia de uma tomada de decisões transparente, onde a cooperação de todos os interessados aparece como essencial na criação de um cenário favorável à adoção de medidas apropriadas.

Neste sentido a Comissão delimitou que a atuação do princípio da precaução deve ser no sentido de implementar medidas *proporcionais* ao nível elevado nível de proteção escolhido, *não discricionárias* no seu modo de aplicação vai depender das características peculiares de acordo com a situação, *coerentes* com decisões tomadas anteriormente, uma análise de *encargos* e *vantagens* que justifique uma atuação ou não, *flexíveis* e *sujeitas a revisão* de acordo com o surgimento de novos dados científicos e, capazes de atribuir a responsabilidade de produzir resultados científicos adequados para uma análise detalhada dos riscos²⁴⁴.

As decisões com relação a nanotecnologia devem ser não discricionárias, tal fator revela-se de grande importância neste estudo, tendo em mente que a ideia central que nos guia reside exatamente no fato de que os nanocosméticos, apesar de serem importantes do ponto de vista social e econômico, não devem ser tratados de igual modo que outras aplicações. Por meio da não discricionariade, “situações comparáveis não

²⁴⁴COMISSÃO DAS COMUNIDADES EUROPEIAS, *Comunicação da Comissão Relativa ao Princípio da Precaução*. Op. Cit., parágrafo 6.º

podem ser tratadas de forma diversa e que situações diferentes não devem ser tratadas da mesma maneira, a menos que haja fundamentos objetivos para o fazer²⁴⁵”. Esta adequação da medida à sua situação específica encontra amparo no fato de que cada aplicação possui suas características peculiares, com vantagens e encargos próprios, que foram noutra momento levadas em consideração para a ponderação dos valores e que determinam as especificidades da medida.

Tendo que levar em consideração, ainda, que o progresso tecnológico deve ser direcionado no sentido de ser benéfico para a sociedade e que as decisões regulamentares acerca da nanotecnologia deve proteger a saúde e o meio ambiente em uma perspectiva destes a curto, médio e longo prazo, garantindo o bem-estar, também, das gerações futuras.

Outro fator importante a ser mencionado é que as medidas precaucionais adotadas devem ser flexíveis e sujeitas a revisão de acordo com o aparecimento de novos conhecimentos científicos. Isto se verifica devido ao fato de que a tecnologia está em constante mutação e surgem com frequência novos dados e, por vezes novos riscos, que merecem ser levados em consideração para que a medida não se torne inadequada por não acompanhar a dinâmica dos avanços científicos, nem as novas informações de estudos de avaliação dos riscos.

Em virtude dos custos que se destinam para a concretização do recurso ao princípio da precaução é que devem ser feitas alterações periódicas nas medidas adotadas, de forma que estas acompanhem o desenvolvimento do conhecimento científico e que, o acompanhamento destas medidas seja efetivo, também, no que diz respeito aos estudos de avaliação dos riscos, tendo em vista ser fundamental para um aparato regulatório eficaz²⁴⁶.

Portanto, a análise do binômio custo/benefício dos nanocosméticos disponibilizados no mercado e, posterior adoção do princípio da precaução no sentido de limitar, monitorar ou proibir sua comercialização e seu uso, tem que ser observada de maneira ampla, considerando o papel desempenhado pela aplicação e seus efeitos nocivos de acordo com a realidade social e econômica desempenhada pelo setor. Assim, os benefícios da inserção no mercado de produtos cosméticos mais sofisticados e eficientes, em contrabalanço com as indicações de potenciais efeitos tóxicos dos

²⁴⁵COMISSÃO DAS COMUNIDADES EUROPEIAS, *Comunicação da Comissão Relativa ao Princípio da Precaução*. Op. Cit., parágrafo 6.º

²⁴⁶MELO, Helena Pereira de. “*No Date, no Market*” [...] Op. Cit, p. 37

nanomateriais contidos nestes produtos, devem ser preponderantes na adoção de medidas equilibradas que, nem ignorem as consequências para a saúde e para o meio ambiente, nem façam com que a sociedade perca de usufruir dos benefícios dos seus produtos.

Portanto, de acordo com as informações científicas existentes, temos que os nanocosméticos não representam um risco potencial que deva ensejar medidas no sentido de proibir sua comercialização e o seu uso. Porém, como “não é preciso que se tenha prova científica absoluta de que ocorrerá dano ambiental, bastando o risco de que o dano seja irreversível para que não se deixe para depois as medidas efetivas de proteção ao ambiente. Existindo dúvida sobre a possibilidade futura de dano ao homem e ao meio ambiente, a solução deve ser favorável ao ambiente e não ao lucro imediato – por mais atraente que seja para as gerações presentes²⁴⁷”, temos que os riscos não devem ser ignorados e medidas de *controle e monitoramento* devem ser adotadas a fim de garantir a segurança dos indivíduos e do meio ambiente diante da exposição à estes produtos.

Neste sentido, por mais que a comercialização e, conseqüentemente, o lucros dos produtos, sejam bastante atraentes para o mercado, aquela deve ser acompanhada, sempre que possível, de estudos de avaliação dos riscos dos produtos que se pretende comercializar e, por mais que a realização destas pesquisas representem custos por vezes excessivos para as empresas, é indubitável que estas são de grande importância para garantia da segurança dos consumidores, assim, implica aqui a aplicação do princípio da precaução no viés de inverter o ônus da prova, tendo o fabricante ou importador que comprovar a segurança das substâncias que utilizam de forma que estas não venham causar efeitos prejudiciais tanto para a saúde humana quanto para o meio ambiente.

Para além da constância em que devem se manter os estudos de avaliação dos riscos, outras medidas também devem ser adotadas como forma de melhor informar os consumidores acerca dos riscos a que estão expostos e, com base em maiores conhecimentos acerca da questão, possam fazer escolhas informadas.

Tais medidas vão deste uma *rotulagem* adequada dos nanoprodutos, que contenha informações de alerta ao consumidor, para além da presença ou não de nanoingredientes; mas uma *plataforma de web* uniforme, que condense as informações

²⁴⁷GRANZIERA, Maria Luiza Machado. *Direito Ambiental*. São Paulo: Atlas, 2009, p. 58.

existentes e facilite a busca de conhecimentos acerca de quais produtos contém nanomateriais e quais seus potenciais efeitos – benéficos e maléficis – para a saúde das pessoas e para o meio ambiente; a criação de um *call center*, em semelhança ao que ocorre com os medicamentos disponíveis no mercado, para que as pessoas consigam informar acerca de possíveis reações adversas dos produtos e os órgãos de segurança possam aplicar as medidas de segurança necessárias, podendo implicar, inclusive, na retirada do produto do mercado.

Contudo, tais medidas devem ter a flexibilidade como característica indispensável, pois, como a tecnologia tende a evoluir cada vez mais e, com ela evoluem também os riscos, as incertezas e os estudos avaliatórios, a não flexibilidade das medidas pode ser crucial para torná-las inadequadas no decorrer do tempo. Por isso, em concomitância com o surgir de novos conhecimentos científicos na matéria, devem, as medidas precaucionais, serem alteradas com objetivo de acompanhar o avanço científico e tecnológico e, primordialmente, proteger de maneira efetiva à saúde humana e o meio ambiente.

6.1 Instrumentos Jurídicos para salvaguarda dos valores protegidos e aplicação do princípio da precaução

6.1.1 Necessidade de Proteção à Segurança dos Consumidores

O acelerado ritmo do avanço científico e tecnológico vislumbrado atualmente proporciona ao mercado de consumo a inserção de diversos produtos cosméticos que possuem nanoingredientes na sua formulação. Diante deste cenário, faz-se essencial que haja uma maior preocupação com a garantia da proteção a segurança destes consumidores que se encontram expostos, diariamente e de maneira cada vez mais intensa, aos potenciais riscos destes produtos.

O cerne deste estudo reside exatamente no fato de que a disponibilização de nanocosméticos para o mercado de consumo ocorre sem que existam obstáculos rigorosos para proteger e fiscalizar a segurança destes produtos, ou seja, inexistem mecanismos de controle e monitoramento eficazes para assegurar uma adequada proteção do consumidor. E, conforme já fora largamente apontado nas páginas anteriores, apesar de não existirem certezas científicas suficientes para demonstrar com

exatidão quais os efeitos nocivos dos nanoproductos, estudos indicam que diversos nanomateriais possuem potenciais efeitos tóxicos, o que coloca em risco tanto a saúde humana quanto o meio ambiente.

É certo que o mercado cosmético vem ganhando uma dimensão cada dia maior, este crescimento encontra fundamento em virtude da clara mudança de mentalidade absorvida pela sociedade contemporânea que vive, atualmente, na fase de um individualismo exacerbado, que se reflete de maneira clara em um aumento acentuado acerca das reocupações referentes a supervalorização da aparência, materializada no que diz respeito aos cuidados com a saúde corporal, a higiene e a valorização da beleza estética.

Por esta razão, os investimentos, tanto por parte das empresas quanto por parte do Estado, aumentaram de maneira substancial, o que torna o setor bastante concorrido e, devido a isto, vem sendo uma das importantes áreas de incidência da nanotecnologia, pois, as inovações tecnológicas apresentam um caminho na busca de produtos mais sofisticados, devido a isto, são introduzidos no mercado cosmético uma gama de produtos diferenciados que, quando comparados com os cosméticos convencionais, apresentam um desempenho bastante superior.

Vislumbramos, portanto, a necessidade de adotarmos mecanismos de fiscalização do mercado mais efetivos tendo em vista que está em questão um setor em forte ascensão que necessita de uma maior atenção quanto aos meios de garantia da segurança dos seus consumidores.

De acordo com o que dispõe no Regulamento n.º 1223/2009, “os produtos cosméticos deverão ser seguros em condições de utilização normais ou razoavelmente previsíveis. Em especial, considerações de risco-benefício não poderão justificar um risco para a saúde humana²⁴⁸”. A fim de buscar uma maior garantia da segurança destes produtos, o regulamento já trata, especificamente, sobre os nanomateriais contidos em produtos cosméticos. Desta forma, determina que “antes da colocação de um produto cosmético no mercado, a pessoa responsável deve transmitir à Comissão, por via eletrônica, as informações acerca da presença de substâncias sob a forma de nanomateriais, a respectiva identificação e as condições de exposição que sejam razoavelmente previsíveis²⁴⁹”. Deve ainda, a pessoa responsável pela sua colocação no mercado, facultar à Comissão, seis meses antes de solicitar essa colocação, informações

²⁴⁸UNIÃO EUROPEIA. *Regulamento (CE) n.º 1223/2009 [...]*. Ponto n.º 9.

²⁴⁹UNIÃO EUROPEIA. *Regulamento (CE) n.º 1223/2009 [...]*. Artigo n.º16.º, n.º3.

adicionais acerca do “perfil toxicológico do nanomaterial” além de informações relativas à sua segurança²⁵⁰.

Para que seja possível garantir aos consumidores um nível elevado de proteção é essencial que haja uma correta e precisa avaliação dos riscos, para que com dados científicos concretos se possa atuar de maneira eficaz. Contudo, diante das dificuldades existentes para sua realização, faz-se indispensável, que seja reforçada a vigilância do mercado, que hoje encontra inúmeras facilidades para introdução dos nanocosméticos no mercado de consumo, e, esta fiscalização figura de maneira essencial na proteção dos consumidores.

Neste ponto vale salientar que a percepção pública sobre os riscos e benefícios é de suma importância para a tomada de decisões e adoção das medidas de proteção necessárias, pois, os julgamentos acerca dos riscos dependem fortemente de como os riscos são apresentados e comunicados ao público leigo. Sondagens de opinião pública apontam que a maioria das pessoas possuem uma percepção reduzida, ou mesmo desconhecem o que vem a ser as nanotecnologias²⁵¹. Estudos à nível europeu indicam que grande parte do público em geral sequer ouviu falar sobre o que é nanotecnologia e, assim, ignora o fato de que uma quantidade significativa dos produtos que consome no dia a dia já contém nanopartículas, a exemplo dos cosméticos, e que estas partículas podem ensejar efeitos prejudiciais para sua saúde e para o meio ambiente²⁵².

Neste sentido, é indubitável que a disponibilização de informações de maneira transparente aparece como fator preponderante na construção da mentalidade das pessoas acerca da nanotecnologia, ou seja, a formação da percepção do público a respeito dos riscos e benefícios das nanotecnologias e, no caso específico, dos nanocosméticos, tende a variar de acordo com as informações disponíveis.

Em analogia ao que ocorre na área médica com o dever de informar ao paciente em relação aos riscos inerentes ao tratamento indicado pelo médico e, a possibilidade de consentir ou não acerca do proposto, o chamado “*informed consent*”²⁵³ (consentimento

²⁵⁰*Ibidem*, Artigo 13.º, alínea f).

²⁵¹ABDI – Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial. Nanotecnologias: subsídios para a problemática dos riscos e regulação. 2011. p.13-16. Arquivo Eletrônico. Disponível em: http://www.abdi.com.br/Estudo/Relat%C3%B3rio%20Nano-Riscos_FINALreduzido.pdf

²⁵²MELO, Helena Pereira de. “*No Date, no Market*” [...] Op. Cit, p. 30.

²⁵³A expressão “informed consent” (consentimento informado) foi introduzida nos Estados Unidos através de um Tribunal da Califórnia em sequenciadas decisões que deixam claro o dever de informação do médico para com o paciente, em especial, no que diz respeito aos riscos inerentes ao tratamento. Tal entendimento difundiu-se por grande parte do mundo com fundamento básico na salvaguarda ao princípio da autonomia de vontade e na dignidade da pessoa humana. PEREIRA, André Gonçalo Dias. *O*

informado), que nada mais é do que o dever de prestar todas as informações necessárias para o paciente quanto aos riscos que deverão ser suportados, para que, assim, este possa optar ou não pelo tratamento²⁵⁴.

De maneira semelhante ao que ocorre com as inovações tecnológicas, a medicina representa uma atividade de risco e, o direito do paciente de manter-se informado nada mais é do que uma expressão clara da necessidade de salvaguardar, nos dias de hoje e em respeito a dignidade da pessoa humana, o princípio da autonomia de vontade, por meio do qual “só a pessoa pode decidir o que é melhor para si, para a sua saúde e para o seu corpo²⁵⁵”. Desta forma, a finalidade do dever de prestar esclarecimentos ao paciente, por parte do médico, antes da iniciação do tratamento, reside no fato de que é facultado àquele, de acordo com o seu sistema de valores, optar se deseja ou não submeter-se à intervenção que lhe é proposta, de modo que lhe seja garantido o respeito a sua integridade física e ao seu consentimento livre e esclarecido, tendo em vista assegurar sua autonomia de vontade²⁵⁶.

Isto posto, compreendemos que cabe ao consumidor, diante de suas convicções fazer seu julgamento próprio acerca da escolha em adquirir ou não produtos nanotecnológicos que ainda não possuam certeza científica absoluta quanto a sua segurança, porém, para que isto seja viável é de suma importância que os mesmos estejam informados de maneira adequada quanto aos riscos e benefícios aos quais estão expostos, para assim diante da sua autonomia de vontade, possam fazer escolhas informadas.

Neste norte, temos que os mecanismos de informação com relação aos nanocosméticos devem ser mais eficazes no sentido de prestar efetivamente informações acerca da presença de nanopartículas nos produtos e esclarecer sobre os

Consentimento Informado na Experiência Europeia. In I Congresso Internacional sobre: “Os desafios do Direito face às novas tecnologias”. Faculdade de Direito da Universidade de Coimbra. Ribeirão Preto. 2010.

²⁵⁴A *Convenção sobre os Direitos do Homem e a Biomedicina*, aprovada no dia 04 de abril de 1997 em Oviedo, quando da proteção ao consentimento livre e esclarecido, determina em seu Capítulo II, artigo 5.^a que: “1. Qualquer intervenção no domínio da saúde só pode ser efectuada após ter sido prestado pela pessoa em causa o seu consentimento livre e esclarecido. 2. Esta pessoa deve receber previamente a informação adequada quanto ao objectivo e à natureza da intervenção, bem como às suas consequências e riscos. 3. A pessoa em questão pode, em qualquer momento, revogar livremente o seu consentimento”. CONSELHO DA EUROPA. *Convenção para a Protecção dos Direitos do Homem e da Dignidade do Ser Humano face às Aplicações da Biologia e da Medicina*. Arquivo Eletrônico. Disponível em: <http://www.gddc.pt/direitos-humanos/textos-internacionais-dh/tidhregionais/convbiologiaNOVO.html>

²⁵⁵PEREIRA, André Gonçalo Dias. *O Consentimento Informado na Experiência Europeia [...]*. Op. Cit. p.9.

²⁵⁶PEREIRA, André Gonçalo Dias. *O Consentimento Informado na Experiência Europeia [...]*. Op. Cit. p.9.

possíveis efeitos destas partículas. Para que, diante das informações disponibilizadas e conscientes dos riscos e benefícios dos produtos, os consumidores possam exercer sua liberdade e determinar quais os riscos que estão dispostos submeter-se em contrabalança com os benefícios do produto que se pretende consumir.

Esta questão nada mais é do que a liberdade de escolha do consumidor que, de acordo com a importância atribuída a estética, poderá aceitar ou recusar, de maneira pessoal e com base em seu sistema de valores, pela assunção dos riscos da utilização destes produtos, através de escolhas informadas e conscientes.

. Vale salientar, por fim, que o fornecimento de informações para o consumidor no que tange os riscos destes nanoproductos deve ocorrer de modo que este consiga compreender e assimilar corretamente quais as consequências da utilização dos produtos, ou seja, em nada ou muito pouco adianta o excesso de informações especializadas sobre o assunto, pois estas podem não ser esclarecedoras para o público leigo e acabar por “conduzir a situações em que ele não consegue fazer uma escolha informada²⁵⁷”.

Portanto, as informações devem ser fornecidas de maneira clara e acessível aos consumidores, de forma que sejam determinantes na formação das suas convicções em relação a questão e influencie diretamente a sua capacidade de decisão diante do caso concreto.

6.1.2 Mecanismos de Informação aos Consumidores

Dentre os mecanismos possíveis para facilitar o acesso dos consumidores à informações seguras a respeito dos riscos e benefícios advindos da fabricação e do uso das diversas aplicações da nanotecnologia e, em especial, dos nanocosméticos, podemos apontar de maneira meramente indicativa, a criação de uma *plataforma de web* oficial e de fácil acesso ao público, que contenha informações sobre todo o processo de fabricação dos nanocosméticos até a sua colocação no mercado, todos os instrumentos jurídicos voltados para a segurança destes produtos e, em especial, os potenciais efeitos que podem causar os produtos cosméticos que contenham nanopartículas tanto para a saúde humana quanto para o meio ambiente.

²⁵⁷PEREIRA, André Gonçalo Dias. *O Consentimento Informado na Experiência Europeia [...]*. Op. Cit. p.9.

Para além da vasta quantidade de sites e plataformas já existentes com o intuito de fornecer informações para os consumidores, temos que faz-se essencial a condensação destas informações dispersas em uma única e oficial plataforma, capaz de fornecer todas as informações necessárias e ainda ser flexível o suficiente para manter-se sempre em constante atualização, de acordo com o aparecimento de novos conhecimentos e dados relativos à temática.

A Comissão demonstrou sua preocupação com o assunto na Comunicação feita em 03/10/2012 e dispôs que “como primeiro passo criará uma plataforma Web com referências a todas as fontes de informação relevantes [...]. Uma primeira versão baseada, essencialmente, em ligações para informações disponíveis será colocada em linha logo que seja possível. Ajudará na elaboração de formatos de dados harmonizados, para melhorar o intercâmbio de informações. Em paralelo, a Comissão lançará uma avaliação de impacto, a fim de identificar e desenvolver os meios mais adequados para aumentar a transparência e garantir a supervisão regulamentar²⁵⁸”.

No entanto, o que propomos neste estudo é a criação de uma plataforma de web direcionada aos produtos cosméticos, que contenha de maneira facilmente acessível ao público interessado todas as informações relevantes no que diz respeito aos nanomateriais utilizados no setor, seus riscos e benefícios, os melhores métodos de utilização dos produtos tendo em vista a redução o quanto possível dos potenciais riscos, a delimitação da quantidade permitida de cada ingrediente contido nos cosméticos que podem ser utilizados com segurança e os meios a serem seguidos para uma adequada eliminação destes produtos.

Outro mecanismo capaz de melhorar a segurança dos consumidores é através da obrigatoriedade de implementação de um *call center*, um telefone informativo presente nas embalagens dos produtos cosméticos, para que os consumidores possam informar aos órgãos responsáveis acerca de qualquer tipo reação advinda dos produtos cosméticos que contenham nanomateriais, de forma que estes sejam minuciosamente avaliados com o intuito de perceber se os eventuais efeitos prejudiciais foram originados ou não em virtude da presença destes materiais, em semelhança, por exemplo, ao que ocorre com os medicamentos, onde há um telefone pelo qual os usuários podem informar à Informed acerca de eventual efeito indesejável, o qual será cuidadosamente registrado e avaliado a fim de prevenir a repetição da sua ocorrência.

²⁵⁸COMISSÃO DAS COMUNIDADES EUROPEIAS. *Segunda revisão regulamentar relativa a nanomateriais* [...]. Op. Cit., p. 11.

Por fim, faz-se indispensável a adoção de um sistema adequado de rotulagem dos produtos cosméticos. Neste sentido, podemos constatar um enorme avanço com relação a rotulagem dos nanomateriais, esta já foi introduzida em alguns produtos importantes como nos gêneros alimentícios e nos produtos cosméticos. Contudo, a rotulagem obrigatória exigida atualmente determina que é indispensável para a disponibilização destes produtos no mercado que todos os ingredientes contidos sob a forma de nanomateriais sejam claramente identificados na lista de ingredientes do produto, com a palavra «nano» entre parênteses e em seguida o nome do ingrediente que sofreu a redução de escala²⁵⁹.

No entanto, para além das informações quanto à existência de nano-ingredientes nos produtos, é de suma importância que sejam disponibilizadas informações pertinentes quanto às advertências, redigidas de forma clara e facilmente compreensível sobre os riscos a eles inerentes.

Esta conscientização da sociedade é essencial tendo em consideração que quando se fala em produtos vindos da nanotecnologia as pessoas associam a algo moderno, de maior eficácia, não estão suficientemente informadas quanto aos riscos a que estão expostas. A necessidade de implementação de rótulos mais adequados e precisos leva em consideração que a desinformação do consumidor pode levá-lo a ser vítima de abusos do comércio, a ser induzido ao erro e, neste contexto, uma das maneiras de se garantir a veracidade e eficácia dos rótulos é através do grau de detalhe de informação transmitida por ele para o consumidor²⁶⁰. Por isso, apesar da obrigatoriedade de se rotularem os nanoingredientes, prevista em termos regulamentares, no que diz respeito aos cosméticos, a medida ainda é insuficiente e não esclarece o consumidor acerca dos verdadeiros riscos de tais produtos..

Vislumbramos a necessidade de informar os consumidores, através de um rótulo adequado acerca da presença de nanopartículas nos produtos cosméticos. Um informativo que indique, por exemplo, que aquele produto *contém nanopartículas sintéticas*, para que, cientes da presença destas partículas, os consumidores possam ter maior interesse na temática e aproximarem-se de um nível de esclarecimento ideal para que sejam feitas escolhas informadas.

²⁵⁹UNIÃO EUROPEIA. *Regulamento (CE) n.º 1223/2009* [...]. Artigo n.º 19.º n.º 1.

²⁶⁰ ARAGÃO, Alexandra. *A Credibilidade da Rotulagem Ecológica dos Produtos*. In *RevCEDOUA: Revista do Centro de Estudos de Direito do Ordenamento, do Urbanismo e do Ambiente*. Coimbra. Vol.1. pp. 157 – 170.

Estudos indicam que a simples introdução de um rótulo indicativo da presença de nanopartículas sintéticas nos produtos pode influenciar no aumento da percepção pública sobre as possibilidades de riscos e diminuir a percepção quanto aos benefícios. Ou seja, um protetor solar que possua um rótulo “*este produto contém nanopartículas sintéticas*” é percebido pelo público como mais arriscado em comparação com o mesmo produto sem o rótulo. A existência de um rótulo deste tipo esclarece os consumidores que, por vezes, o interpretam como um alerta para eventuais perigos, já que os produtos que não têm qualquer efeito nocivo não necessitam de um rótulo a advertir para riscos de utilização²⁶¹.

Face ao exposto, defendemos a necessidade de adotar os mecanismos mencionados como forma de informar melhor os consumidores acerca dos nanomateriais existentes nos produtos cosméticos. Assim, damos-lhe a possibilidade de fazerem escolhas mais responsáveis e esclarecidas. Por outro lado, torna-se possível dar a conhecer de forma mais alargada esta temática, fomentando a participação efetiva na tomada de decisões a respeito dos nanocosméticos existentes no mercado de consumo.

²⁶¹ SIEGRIST, Michael; KELLER, Carmen. *Labeling of Nanotechnology Consumer Products Can Influence Risk and Benefit Perceptions*. In: Risk Analysis. 2011. Arquivo Eletrônico. Disponível em: <http://onlinelibrary.wiley.com/enhanced/doi/10.1111/j.1539-6924.2011.01720.x/>

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O acelerado crescimento da nanotecnologia proporciona ao mercado atual uma gama de produtos que contêm nanopartículas. Não obstante o avanço científico, importa que estejamos atentos às medidas de proteção da saúde humana e do meio ambiente.

Em virtude da ausência de certezas quanto aos potenciais riscos da nanotecnologia torna-se indispensável realizar estudos no sentido de prevenir a ocorrência de efeitos danosos. É imperioso, face às novas incertezas que emergem das *sociedades de risco*, ponderar os valores jurídicos ajustados a cada situação, a fim de que o desenvolvimento econômico e tecnológico e as vantagens de mercado dos nanocosméticos não sacrifiquem nem comprometam a segurança da sociedade e do meio ambiente.

A sociedade de risco tem como elemento principal à *incerteza*. Os riscos atuais tendem à globalização, possuem efeitos globais e duradouros, além de comprometerem, de forma insustentável e irreversível, os interesses das gerações futuras de gozar de um ambiente natural sadio²⁶². Contudo, a complexidade dos riscos e as constantes mutações da sociedade contemporânea impedem, por vezes, a adoção de instrumentos eficazes para controlar seus efeitos.

Neste contexto, é indubitável que o Direito deve adaptar-se a situação imposta pelo avanço científico e tecnológico e, assim, buscar a criação de mecanismos voltados para um gerenciamento preventivo dos riscos. Tais medidas devem conjugar a proteção ao meio ambiente e controle dos riscos ao incentivo a um desenvolvimento econômico responsável, pautado por valores de sustentabilidade e solidariedade intergeracional.

Para uma adequada gestão dos riscos é indispensável que seja feita uma ponderação entre os valores jurídicos conflitantes. Assim, verifica-se que a ponderação deve, primeiramente, identificar os valores em conflito, onde no caso vertente podemos mencionar que este conflito ocorre, de maneira ampla, entre a necessidade social em torno do desenvolvimento econômico e social e, ainda, pelo livre exercício das pessoas da sua autonomia de vontade na escolha dos produtos que deseja consumir em contraponto com a proteção da saúde humana e do meio ambiente ecologicamente equilibrado para as presentes e futuras gerações. Ou seja, de maneira mais nítida, o

²⁶² CANOTILHO, José Joaquim Gomes. *Direito Constitucional Ambiental Português: tentativa de compreensão de 30 anos das gerações ambientais no direito constitucional português*[...]. Op. Cit., p.22.

conflito existente no caso concreto contrabalança o valor da estética nas sociedades atuais e, conseqüentemente, o desenvolvimento econômico e a autonomia das pessoas, em face dos riscos presentes nos nanocosméticos e exposição dos valores da saúde humana e do meio ambiente.

Por conseguinte a identificação dos valores jurídicos que estão em conflito, verifica-se que a ponderação é um passo decisivo para que se proceda a uma hierarquização dos mesmos com base nos interesses preponderantes. Ou seja, que haja uma atribuição de importância para cada valor em questão, levando em consideração o caso concreto e o contexto social em que estão inseridos. Deste modo, para se verifique uma adequada ponderação destes valores há que se considerar o princípio da proporcionalidade, de maneira a que o papel desempenhado por cada um deles seja observado tendo em conta a utilização dos nanocosméticos inseridos no mercado.

Como é sabido, os nanocosméticos impõem para sociedade uma série de novos conflitos pelos quais o Estado de Direito Ambiental deverá atuar preventivamente e garantindo a participação de todos os interessados na introdução de instrumentos e políticas capazes para lidar com estas novas situações de incerteza. É papel do Estado, portanto, inibir a livre circulação no mercado de produtos que não garantam a segurança dos consumidores e o equilíbrio ecológico.

A omissão estatal na prestação desta proteção poderá ocasionar, para além dos conflitos sociais existentes no que toca a possibilidade dos nanomateriais virem a causar danos à saúde e ao meio ambiente, conflitos concretos de relevância jurídica. A inobservância por parte da indústria aos requisitos essenciais para a introdução de um produto cosmético convencional no mercado já leva o judiciário a uma série de demandas. Pensamos ser urgente a adoção de um aparato regulatório para a gestão dos riscos inerentes aos nanocosméticos. Pois, conforme restou demonstrado, o atual cenário expõe o sistema judiciário a conflitos futuros como, por exemplo, através de demandas dos usuários contra as empresas cosméticas devido ao fato da utilização continuada do produto ter-lhes ocasionado câncer de pele.

A junção de todas as peculiaridades dos nanocosméticos leva-nos a crer que é imprescindível uma gestão preventiva dos riscos, de maneira que seja feita uma avaliação dos riscos e que os consumidores sejam adequadamente informados sobre os possíveis malefícios dos nancosméticos.

Tais fatores são determinantes tendo em vista que os riscos inerentes a estas atividades não podem ser ignorados para que os operadores econômicos atuem livremente no mercado e as pessoas tenham fácil acesso aos produtos, sem que se verifique sequer uma atuação efetiva da sua autonomia de vontade. Lembrando que falta aqui o critério indispensável para seu exercício, que é o do acesso a informações suficientemente esclarecedoras sobre a temática.

Contudo, pensamos que, apesar da nanotecnologia ter potencial para causar danos graves e irreversíveis, as reações variam de acordo com o setor que esta sendo aplicada a tecnologia. Assim, com relação especificamente aos nanocosméticos, o potencial dos riscos não justifica uma aplicação radical do princípio da precaução, que consiste em proibir a produção e a comercialização dos mesmos.

Há que se observar, neste ponto, o princípio da razoabilidade e, diante do caso, devem ser adotadas medidas que sejam razoáveis e proporcionais. Uma adoção radical do princípio poderia levar a sociedade a ser duplamente prejudicada, na medida em que priva-se dos benefícios desta nova e importante tecnologia e, ainda, sofre as consequências da ausência de desenvolvimento econômico e tecnológico.

Neste sentido, é dever do Estado de Direito Constitucional a responsabilidade pela proteção dos valores constitucionais envolvidos, devendo prevenir os riscos significativos e evitar a consumação dos danos graves tanto para a saúde quanto para o meio ambiente. O papel ativo do Estado perspectiva-se tendo em vista a importância dos valores jurídicos afetados e a possibilidade de os danos virem a causar prejuízos irreversíveis. Deve ter-se por base uma perspectiva de proteção que leva em consideração uma equidade entre gerações, protegendo não apenas os interesses das gerações que vivem atualmente, mas das futuras, que por mais que ainda não existam, tem o direito de usufruir dos mesmos recursos e em iguais condições que fizeram uso as gerações presentes.

Portanto, deve ser aplicado o princípio da precaução no sentido de prevenir a ocorrência de efeitos prejudiciais. As medidas adotadas devem levar em consideração o princípio da proporcionalidade para que se equilibrem todos os fatores preponderantes e para que a tecnologia possa ser utilizada de maneira coordenada. Assim, acreditamos que não deverá ser adotada uma aplicação radical do princípio, no sentido de levar a uma proibição total da comercialização e do uso dos nanocosméticos. Tal constatação ganha amparo devido aos nanocosméticos não representarem potencial para a

concretização de riscos elevado. Contudo, tal afirmação não afata os agentes responsáveis do dever de ter-se em linha de conta que os riscos existem e não podem ser ignorados.

Neste sentido, deve-se ter uma aplicação do princípio da precaução do sentido de adotar medidas de controle e monitoramento do mercado, a fim de garantir uma maior segurança a estes produtos e, conseqüentemente, proteger a saúde humana e o bem-estar do meio ambiente.

Isto posto, diante da dúvida quanto aos caminhos a serem seguidos pela nanotecnologia, o direito exerce um papel primordial: o de limitar a evolução científica e tecnológica quando esta esteja sendo prejudicial para a vida humana e para o equilíbrio ambiental.

Assim, “o direito exercerá o papel que é necessariamente o seu: lembrar a existência de limites²⁶³”. A ausência de limites para com a tecnologia, associada a ilimitação por parte do mercado, que possui suas relações baseadas na força do desejo e na necessidade desenfreada pelo crescimento econômico, faz com que seja de suma importância a aparição do direito para estabelecer limites, “em nome dos símbolos que conferem um sentido a nossa existência²⁶⁴”.

²⁶³ OST, François. *A natureza à margem da Lei: a ecologia à prova do direito [...]*. pp. 100 e 101.

²⁶⁴ *Ibidem*.

BIBLIOGRAFIA

ALEXY, ROBERT. *Teoria de los Derechos Fundamentales*. Centro de Estudios Constitucionales. Madrid, 1993.

AMORIM, Leticia Balsamão. *A distinção entre regras e princípios segundo Robert Alexy: esboço e críticas*. **In:** Revista de Informação Legislativa. Brasília, pp.123-134. 2005

ANDRADE, Thales de. *Inovação Tecnológica e Meio Ambiente: a construção de novos enfoques*. Ambiente & Sociedade – Vol. VI I nº. 1 jan./jun. 2003. Arquivo Eletrônico. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/asoc/v7n1/23538>

ARAGÃO, Alexandra. *A Credibilidade da Rotulagem Ecológica dos Produtos*. In RevCEDOUA: Revista do Centro de Estudos de Direito do Ordenamento, do Urbanismo e do Ambiente. Coimbra. Vol. 1

_____. *A Natureza não tem Preço... Mas Devia*. **In:** Estudos em Homenagem ao Professor Doutor Jorge Miranda. Coimbra. Coimbra Editora. 2012.

_____. *A Prevenção de Riscos em Estados de Direito Ambiental na União Europeia*. **In:** Temas de integração. Coimbra. Sem. 1-2, nº 31-32 (2011), p. 123-160. Arquivo Eletrônico. Disponível em: <http://www.ces.uc.pt/aigaion/attachments/Prevencao%20de%20Riscos%20em%20Estados%20de%20Direito%20Ambiental.pdf1a14060ed87cb105d54a17036cac71fa.pdf>

_____. *O Direito dos Resíduos*. Coimbra. Almedina. 2003.

_____, *O Princípio da Precaução: manual de instruções*. **In:** Revista CEDOUA, nº 22, ano XI, 2008

_____. *O Princípio do Nível Elevado de Proteção e a Renovação Ecológica do Direito do Ambiente e dos Resíduos*. Coimbra. Almedina. 2006.

ARAÚJO, Fernando. *A hora dos direitos dos animais*. Coimbra. Almedina. 2003.

AYLA, Patryck De Araújo. *Direito e Incerteza; a proteção jurídica das futuras gerações no Estado de Direito Ambiental*. Dissertação de pós-graduação. Centro de Ciências Jurídicas da Universidade de Santa Catarina. Florianópolis, 2002

BALDANZA, Renata F.; ABREU, Nelsio R. *Reflexões sobre as influências da indústria cultural na difusão de valores estéticos: a TV aberta brasileira e a padronização da beleza*. **In:** Mediaciones Sociales, nº 7, II semestre 2010.

BECK, Ulrich. A reinvenção da política: rumo a uma teoria da modernização reflexiva. **In:** BECK, Ulrich; GIDDENS, Anthony; LASH, Scott. *Modernização reflexiva: política, tradição e estética na ordem social moderna*. Tradução de Magda Lopes. São Paulo: UNESP, 1997.

BECK, Ulrich. *Ecological Politics in an Age of Risk*. Londres: Polity Publications, 1995

_____. *La Sociedad del Riesgo - Hacia una nueva modernidad*. Barcelona: Ediciones Paidós Ibérica, 1998.

BERGER FILHO, Airton Guilherme; VIEIRA, Gustavo Oliveira. *O Direito Internacional e a governança dos riscos ambientais das nanotecnologias*. O Direito. Lisboa. ISSN 0873-4372 A. 144, n.º 1, 2012), pp. 67-104.

CALAMAME, Pierre., (Org). *Por uma governança mundial eficaz, legítima e democrática*. São Paulo. Instituto Pólis, 2003, p. 20-27. Arquivo Eletrônico. Disponível em: <http://polis.org.br/publicacoes/por-uma-governanca-mundial-e-eficaz-legitima-e-democratica/>.

CANOTILHO, José Joaquim Gomes; MOREIRA, Vital. *Constituição da República Portuguesa: anotada*. 4.^a ed. Coimbra. Coimbra Editora. 2007-2010.

_____. *Estado Constitucional Ecológico e Democracia Sustentada*. **In:** RevCEDOUA, n.º 8, ano IV, 2, 2001.

_____. *Direito Constitucional Ambiental Português: tentativa de compreensão de 30 anos das gerações ambientais no direito constitucional português*. **In:** LEITE, José Rubens Morato; CANOTILHO, José Joaquim Gomes (Org.). *Direito constitucional ambiental brasileiro*. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2008.

_____. *Direito constitucional e teoria da constituição*. Coimbra: Almedina, 2000.

_____. *Direito público do ambiente*. Coimbra: Faculdade de Direito de Coimbra, 1995.

_____. *O Princípio da Sustentabilidade como Princípio Estruturante do Direito Constitucional*, In Revista de Estudos Politécnicos, Vol. VIII, n.º 13, 2010.

CAPELLA, Vicente Bellver. *Ecología: de las razones a los derechos* *apud* LEITE, José Rubens Morato. *Sociedade de Risco e Estado*. **In:** *Direito Constitucional Ambiental Brasileiro*. São Paulo. Editora Saraiva. 2011

CAZARIN, Karen Cristine Ceroni, CORRÊA, Cristiana Leslie e ZAMBRONE, Flávio Ailton Duque. *Redução, Refinamento e Substituição do Uso de Animais em Estudos Toxicológicos: uma abordagem atual*. **In:** Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas. Vol. 40. 2004. Arquivo Eletrônico. Disponível em:

<http://www.usp.br/bioterio/Artigos/Procedimentos%20experimentais/Alternativa%20toxicologia.pdf>

COLETI, Joel Sossai, e ALMEIDA, Gladis Maria de Barcellos. *Aspectos morfológicos da terminologia da nanociência e nanotecnologia*. **In:** Filosofia e Linguística Portuguesa. n. 12(2), p. 271-294, 2010. Arquivo Eletrônico. Disponível em: http://www.fflch.usp.br/dlcv/lport/flp/images/arquivos/FLP12_2/Coleti_Almeida.pdf 31

CORRÊA, Marcos Antonio. *Cosmetologia: ciência e técnica*. Livraria e Editora Medfarma. São Paulo, 2012.

CRUZ, Sara Marques da; ANGELIS, Lúcia Helena. *Alternativas aos Testes de Segurança de Cosméticos em Animais*. **In:** Pós em Revista. Ed. 5. 2012. Arquivo Eletrônico. Disponível em: <http://posemrevista.files.wordpress.com/2012/06/pdf-e5-s31.pdf>

DELGADO RAMOS, Gian Carlo. *El paradigma econômico de la nanotecnología*. Revista de Comércio Exterior, Vol. 57, N.º 7, Julio, 2007.

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

ESCALANTE, José Manuel de Cózar. *Principio de Precaución y Medio Ambiente*. Rev.Esp.Salud Pública, 2005, Vol. 79, nº 2 – Marzo-Abril 2005.

FIOLHAIS, Carlos. *Nanotecnologia: o futuro vem aí*. Departamento de Física e Centro de Física Computacional da Universidade de Coimbra. Arquivo Eletrônico. Disponível em: <https://estudogeral.sib.uc.pt/bitstream/10316/12377/1/NANOTECCNOLOGIA.pdf> .

FRONZA, Tassiana; GUTERRES, Sílvia; POHLMANN, Adriana; TEIXEIRA, Helder. *Nanocosméticos: em direção ao estabelecimento de marcos regulatórios*. Editora UFRGS. Porto Alegre, 2007.

GARCÍA, José Francisco Alenza. *Manual de Derecho Ambiental*. Universidade Pública de Navarra. 2001.

GARCÍA-GUTIÉRREZ, Domingo I.; NAVARRO, Marco A. Garza; PELÁEZ, René F. Cienfuegos; GUERRERO, Leonardo Chávez. *Aplicaciones de la nanotecnología en fuentes alternas de energía*. **In:** Ingenierías, ISSN-e 1405-0676, Vol. 13, N.º. 49, 2010.

GIDDENS, Anthony. *Mundo em descontrolo: o que a globalização está fazendo de nós*. 6.ª edição. Tradução de Maria Luiza X. de A. Borges. Rio de Janeiro: Record, 2007

GIULIO, Gabriela Marques Di. *Comunicação e governança do risco: um debate necessário*. Com Ciência – Revista Eletrônica de Jornalismo Científico. Dezembro, 2008. Disponível em: <http://www.comciencia.br/comciencia/?section=8&edicao=41&id=495>

GOMES, Carla Amado. *Dar o duvidoso pelo (in)certo? Reflexões sobre o “princípio da precaução”*. Revista Jurídica do Urbanismo e do Ambiente. Coimbra. Editora Almedina, 2001, p. 9-38

GOMES, Carla Amado. *Risco e Modificação do Acto Autorizativo Concretizador de Deveres do Ambiente*. Dissertação em Doutoramento em Ciências Jurídico-Políticas. Faculdade de Direito da Universidade de Lisboa. Lisboa, 2007.

GUIVANT, Julia S. *A teoria da sociedade de risco de Ulrich Beck: entre o diagnóstico e a profecia*. In: Revista de Estudos Sociedade e Agricultura, pp. 95-112, 2001.

GRANZIERA, Maria Luiza Machado. *Direito Ambiental*. São Paulo: Atlas, 2009

HERMANN, Nadja. *Ética e Estética – a relação quase esquecida*. Porto Alegre. EdIPUCRS. 2005.

HOWARD, John; MURASHOV, Vladimir. *National Nanotechnology Partnership to Protect Workers*. In: Journal of Nanoparticle Research. Vol. 11, Ed. 7ª, 1673-1683, 2009.

JUNIOR, Jorge Luiz dos Santos. *Ciência do Futuro e Futuro da Ciência – redes e políticas de nanociência e nanotecnologia no Brasil*. Editora UERJ. Rio de Janeiro, 2013.

KISS, Alexandre. *Direito Internacional do Ambiente*. In Direito do Ambiente. Oeiras. Instituto Nacional de Administração.

KLAINÉ, Stephen J.; ALVAREZ, Pedro J.J.; BATLEY, Graeme E.; outros. *Nanomaterials in The Environment: behavior, fate, bioavailability and effects*. In: Environmental Toxicology and Chemistry, Vol. 27, No. 9, pp. 1825–1851, 2008.

LEITE, José Rubens Morato. *Sociedade de Risco e Estado*. In: LEITE, José Rubens Morato; CANOTILHO, José Joaquim Gomes (Org.). *Direito constitucional ambiental brasileiro*. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2008.

LEITE, José Rubens Morato; BELCHIOR, Germana Parente Neiva. *Estado de Direito Ambiental e a particularidade de uma hermenêutica jurídica*. In: Seqüência, n.º60, p. 291-318, julho 2010, p.293. Arquivo Eletrônico. Disponível em: http://www.egov.ufsc.br/portal/sites/default/files/o_estado_de_direito_ambiental.pdf

LEITE, José Rubens Morato; Belchior, Germana Parente Neiva. *Riscos e Danos Ambientais na Jurisprudência do STJ: um exame sob a perspectiva do Estado de Direito Ambiental*. In: RevCEDOUA, n.º 22, ano XI, 2, 2008.

LOBO, Rui Filipe Marmont. *Nanotecnologia e Nanofísica – conceitos de nanofísica moderna*. Escola Editora. 2009.

MACHADO, Paulo Affonso de Leme (1996) *apud* GRANZIERA, Maria Luiza Machado. *Direito Ambiental*. São Paulo: Atlas, 2009

MALLOY, Timothy F. *Soft Law and Nanotechnology: A Functional Perspective*. In *The Journal of Law, Science & Technology*. 2012, Vol. 52, p 347-358. Arquivo Eletrônico. Disponível em: <http://web.b.ebscohost.com/ehost/detail/detail?sid=d3f0a6cf-5a00-4f1e-a0e632d73cbf300b%40sessionmgr113&vid=0&hid=123&bdata=JnNpdGU9ZWWhvc3QtbG12ZSZzY29wZT1zaXRl#db=a9h&AN=79288049>.

MARCHANT, Gary E. *'Soft Law' mechanisms for nanotechnology: liability and insurance drivers*. In: *Journal of Risk Research*, 17:6, 709-719, 2014. Arquivo Eletrônico. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1080/13669877.2014.889200>.

MARCHANT, Gary E.; SYLVESTER, Douglas J.; ABBOTT, Kenneth W. *Risk Management Principles for Nanotechnology*. In: *NanoEthics*, Vol. 2, pp. 43-60, 2008.

MARTÍN, Javier Ramón Sánchez. *Los tejidos inteligentes y el desarrollo tecnológico de la industria têxtil*. In: *Técnica Industrial*, Marzo – Abril, 2007, p. 44. Arquivo Eletrônico. Disponível em: <http://www.tecnicaindustrial.es/tiadmin/numeros/28/36/a36.pdf>

MARTINS, Paulo Roberto (org.). *Nanotecnologia, sociedade e meio ambiente. Segundo Seminário Internacional*. São Paulo, Editora Xamã, 2005, p.42.

MELO, Helena Pereira de. *Does Size Matter? A Nanotecnologia e o Direito*. In: *Estudos Comemorativos dos 10 Anos da Faculdade de Direito da Universidade Nova de Lisboa*. Vol. I. Almedina.

_____. *Manual de Biodireito*. Editora Almedina. Coimbra. 2008.

_____, Helena Pereira de. *“No Date, no Market”*: a aplicação do Princípio da Precaução à Nanotecnologia. In *Revista da Faculdade de Direito da Universidade do Porto*. Porto. 2010.

MIRANDA, Jorge. *Escritos Vários sobre Direitos Fundamentais*. 1.^a Ed. São João do Estoril. Principia. 2006

MOGHIMI, S. Moein; HUNTER, A. Christy; MURRA, J. Clifford. *Nanomedicine: current status and future prospects*. **In:** The FASEB Journal. Reino Unido, vol. 19^o, pp. 311-330, 2005.

NUNES JUNIOR, Amandino Teixeira. *O Estado Ambiental de Direito*. In: Revista de Informação Legislativa. Distrito Federal: Senado Federal, p. 295-307, a. 41, n. 163, jul./set. 2004

OST, François. *A natureza à margem da Lei: a ecologia à prova do direito*. Lisboa: Instituto Piaget, 1995.

PASCHOALINO, Matheus P., MARCONE, Glauciene P. S. e JARDIM, Wilson F. *Os Nanomateriais e a Questão Ambiental*. Arquivo Eletrônico. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422010000200033

PEREIRA, André Gonçalo Dias. *O Consentimento Informado na Experiência Europeia*. In I Congresso Internacional sobre: “Os desafios do Direito face às novas tecnologias”. Faculdade de Direito da Universidade de Coimbra. Ribeirão Preto. 2010

PIOTROWSKA, Grazyna Bystrzejewska-, GOLIMOWSKI, Jerzy e URBAN, Pawel L. *Nanoparticles: Their potential toxicity, waste and environmental management*. In Waste Management. Vol. 29. p. 2415-2614 . Arquivo Eletrônico. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956053X09001354>

POLETTO, Fernanda S.; POHLMANN, Adriana R.; Guterres, Sílvia S. *Uma Pequena Grande Revolução*. **In:** Ciência Hoje. vol. 43, n^o 255, 2005.

RENN, Ortwin; ROCO, Mike. *Nanotechnology risks governance. International risk governance council*. White Paper. Geneva, 2007, n.2, p.26. Arquivo Eletrônico. Disponível em: http://www.irgc.org/IMG/pdf/IRGC_white_paper_2_PDF_final_version-2.pdf.

ROSENAU, James N.; CZEMPIEL, Ernst-Otto. *Governança sem governo: ordem e transformação na política mundial*. Brasília: UnB, 2000. Arquivo Eletrônico. Disponível em: [http://www.faroldoconhecimento.com.br/livros/Pol%C3%ADtica/ROSENAU,%20James%20N;%20CZEMPIEL,%20ErnstOtto%20\(orgs.\).%20Governan%C3%A7a%20sem%20governo%20%20Ordem%20e%20transforma%C3%A7%C3%A3o%20na%20pol%C3%ADtica%20mundial.pdf](http://www.faroldoconhecimento.com.br/livros/Pol%C3%ADtica/ROSENAU,%20James%20N;%20CZEMPIEL,%20ErnstOtto%20(orgs.).%20Governan%C3%A7a%20sem%20governo%20%20Ordem%20e%20transforma%C3%A7%C3%A3o%20na%20pol%C3%ADtica%20mundial.pdf).

SAMPAIO, José Adércio Leite; WOLD, Chris; NARDY, Afrânio. *Princípios de Direito Ambiental – na dimensão internacional e comparada*. Belo Horizonte, Del Rey Editora, 2003.

SALAMANCA-BUENTELLO, F. et al. *Nanotechnology and the developing world*. **In:** PLoS Medicine, 2005. Arquivo Eletrônico. Disponível em: <http://www.plosmedicine.org/article/info%3Adoi%2F10.1371%2Fjournal.pmed.0020097>.

SIEGRIST, Michael; KELLER, Carmen. *Labeling of Nanotechnology Consumer Products Can Influence Risk and Benefit Perceptions*. **In:** Risk Analysis. 2011. Arquivo Eletrônico. Disponível em: <http://onlinelibrary.wiley.com/enhanced/doi/10.1111/j.1539-6924.2011.01720.x/>

SILVA, Manoel Messias Alves da; NADIN, Odair Luiz. *A variação terminologia da nanociência/nanotecnologia*. **In:** Filosofia e Linguística Portuguesa, n.º 12(2), p.295-312, 2010. Arquivo Eletrônico. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.11606/issn.2176-9419.v12i2p295-312>

SILVA, Susana Tavares da. *O Tetralemma do controlo judicial da proporcionalidade no contexto da universalização do princípio : adequação, necessidade, ponderação e razoabilidade*. Boletim da Faculdade de Direito, Vol. 88, t. 2 (2012). Coimbra. 2012

SIQUEIRA-BATISTA, Rodrigo e outros. *Nanociência e Nanotecnologia como Temáticas para Discussão de Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente*. **In:** Ciência e Educação. Bauru, 2010. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-73132010000200014>

SJÖBERG, Lennart. *Principles of risk perception applied to gene technology*. **In:** Science and Society. EMBO Reports. 2014, pp. S47-S51. DI: 10.1038/sj.embor.7400258.

SOEIRO, Vera Cristina R. da Silva. *Inferindo o Risco do Desconhecido: implicações do contexto e do risco percebido na percepção da nanotecnologia*. Tese de Mestrado em Psicologia (Cognição Social Aplicada), Universidade de Lisboa - Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação, 2009, p.5. ID: <http://hdl.handle.net/10451/869>

SCHUBERT, Claudio. *A construção do conceito estético Ocidental e sua implicação na formação valorativa e no processo educacional*. Intercom – Sociedade Brasileira de Estudos Interdisciplinares da Comunicação. Universidade Luterana do Brasil. Rio Grande do Sul. 2009. Arquivo Eletrônico. Disponível em: <http://www.intercom.org.br/papers/regionais/sul2009/resumos/R16-1303-1.pdf>.

TOLEDANO, Enbar. *The Looking-glass Ceiling: appearance based discrimination in workplace*. **In:** Cardozo Journal Of Law & Gender. 2013. Arquivo Eletrônico.

Disponível em: http://www.cardozolawandgender.com/uploads/2/7/7/6/2776881/toledano_looking_glass_final.pdf.

TOMA, H. E.; ARAKI K. 2005. *O Gigantesco e Promissor Mundo do Muito Pequeno*. In: Instituto Ciência Hoje. Arquivo Eletrônico. Disponível em: http://cienciahoje.uol.com.br/revista-ch/revista-ch-2005/217/pdf_aberto/nano.pdf

WILLIAMS, Richard A.; KULINOWSKI, Kristen M.; WHITE, Ronald e LOUIS, Garrick. *Risk Characterization for Nanotechnology*. In: Society for Risk Analysis, Vol. 30, No. 11, p. 1671-1679, 2010. ID: 10.1111/j.1539-6924.2010.01513.x

LEGISLAÇÃO

ANVISA. *Resolução RDC n.º 79, de 28 de agosto de 2000*. Anexo I. Arquivo Eletrônico. Disponível em: http://www.anvisa.gov.br/cosmeticos/guia/html/79_2000.pdf

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil. Arquivo Eletrônico. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/Constituicao.htm

_____. *Lei nº 6360/76 – Sobre a Vigilância Sanitária*. Arquivo Eletrônico. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6360.htm

Declaração de Estocolmo de 1972 sobre o Ambiente e o Desenvolvimento. Arquivo eletrônico. Disponível em: http://www.apambiente.pt/_zdata/PoliticadasDesenvolvimentoSustentavel/1972_Declaracao_Estocolmo.pdf

Declaração do Rio de Janeiro de 1992. Princípio 15. Arquivo Eletrônico. Disponível em: <http://www.onu.org.br/rio20/img/2012/01/rio92.pdf>

_____. *Comunicação da Comissão ao Parlamento Europeu, ao Conselho e ao Comitê Econômico e Social Europeu – segunda revisão regulamentar relativa à nanomateriais*, Bruxelas, 2012.

_____. *Comunicação da Comissão para uma Estratégia Europeia sobre Nanotecnologias*, Bruxelas, 2004, p.4. Arquivo Eletrônico. Disponível em: http://ec.europa.eu/nanotechnology/pdf/nano_com_pt.pdf

_____. *Comunicação da Comissão Relativa ao Princípio da Precaução*. Bruxelas, 2000.

_____. *Comunicado de Imprensa*. Bruxelas, 2013. Arquivo eletrônico. Disponível em: http://europa.eu/rapid/press-release_IP-13-210_pt.htm

CONSELHO DA EUROPA. *Convenção para a Protecção dos Direitos do Homem e da Dignidade do Ser Humano face às Aplicações da Biologia e da Medicina*. Arquivo Eletrônico. Disponível em: <http://www.gddc.pt/direitos-humanos/textos-internacionais-dh/tidhregionais/convbiologiaNOVO.html>

PORTUGAL. Constituição da República Portuguesa . Arquivo Eletrônico. Disponível: <http://www.parlamento.pt/Legislacao/Paginas/ConstituicaoRepublicaPortuguesa.aspx>

UNIÃO EUROPEIA. *REACH - Regulamento (CE) n.º 1907/2006, de 18 de Dezembro de 2006, do Parlamento Europeu e do Conselho, relativo ao registo, avaliação, autorização e restrição dos produtos químicos*. Considerando Número 1. Arquivo Eletrônico. Disponível em: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2007:136:0003:0280:pt:PDF>.

UNIÃO EUROPEIA. *Regulamento (CE) n.º 1223/2009 do Parlamento Europeu e do Conselho de 30 de Novembro de 2009, relativo aos produtos cosméticos*. Sétimo Ponto. Arquivo Eletrônico. Disponível em: <http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:342:0059:0209:pt:PDF>

UNIÃO EUROPEIA. *Regulamento (CE) n.º 655/2013 da Comissão Europeia de 10 de julho de 2013 que estabelece critérios comuns para justificação das alegações relativas a produtos cosméticos*. Ponto 6. Arquivo Eletrônico. Disponível em: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2013:190:0031:0034:PT:PDF>

JURISPRUDÊNCIA

ACÓRDÃO DO TRIBUNAL DA RELAÇÃO DO PORTO. Processo n.º 2604/09.7TBPVZ.P1 de 10 de Dezembro de 2012. Arquivo Eletrônico. Disponível em: <http://www.dgsi.pt/jtrp.nsf/56a6e7121657f91e80257cda00381fdf/f0f8d106d953b06580257afd0035ef7d?OpenDocument>

TRIBUNAL DE JUSTIÇA DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL. AC. N.º 48010082484. Relator: Carlos Simões Fonseca, Data de Julgamento: 26/04/2011, Primeira Câmara Cível, Data de Publicação: 19/05/2011. Arquivo Eletrônico. Disponível em: <http://www.tjes.jus.br/>.

TRIBUNAL DE JUSTIÇA DO ESTADO DO PARANÁ. AI, N.º1292686 PR Agravo de Instrumento - 0129268-6, Relator: Eraclés Messias, Data de Julgamento: 04/12/2002, 6ª Câmara Cível, Data de Publicação: 16/12/2002 DJ: 6271. Arquivo Eletrônico. Disponível em: <https://www.tjpr.jus.br/>

TRIBUNAL DE JUSTIÇA DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO. AC: 48010082484 ES 48010082484, Relator: Carlos Simões Fonseca, Data de Julgamento: 26/04/2011,

Primeira Câmara Cível, Data de Publicação: 19/05/2011). Arquivo Eletrônico. Disponível em: <http://www.tjes.jus.br/>.

WEBGRAFIA

AL ARABIYA NEWS. *Saudi Arabia and UAE top world list in consumption of cosmetics*. 2012. Arquivo Eletrônico. Disponível em: <http://english.alarabiya.net/articles/2012/07/11/225712.html>

BARTLE, Ian. *Risk-based regulation and better regulation in the UK: towards what model of risk regulation?* Paper prepared for presentation at the 2nd Biennial Conference of the ECPR Standing Group on Regulatory Governance, Utrecht University, the Netherlands. '(Re)Regulation in the Wake of Neoliberalism. Consequences of Three Decades of Privatization and Market Liberalization'. Junho, 2008. Arquivo Eletrônico. Disponível em: <http://regulation.upf.edu/utrecht-08-papers/ibartle.pdf>.

CENTI - Centro de Nanotecnologia e Materiais Técnicos, Funcionais e Inteligentes; Plataforma para a Construção *Sustentável*. *NANO@CONSTRUÇÃO - A nanotecnologia aplicada ao serviço da eficiência energética e das necessidades do sector das construções*. Arquivo Eletrônico. Disponível em: http://www.centrohabitat.net/sites/default/files/projetos-pdf/cd_nc_pt_1.pdf

CENTRO ECOLÓGICO. *Nanotecnologia: a manipulação do invisível*. Arquivo Eletrônico. Disponível em: http://centroecologico.org.br/novastecnologias/novastecnologias_1.pdf

CONSELHO REGIONAL DE QUÍMICA – IV Região. *História dos Cosméticos*. Arquivo Eletrônico. Disponível em: <http://www.crq4.org.br/historiadoscsmeticosquimicaviva>

ETC GROUP. *A Invasão Invisível do Campo – O Impacto das Nanotecnologias na Alimentação e na Agricultura*. Novembro de 2004. Arquivo Eletrônico. Disponível em: <http://www.etcgroup.org/sites/www.etcgroup.org/files/publication/531/02/invasaoforma%20teada.pdf>.

_____. *Tecnologia Atômica – a nova frente das multinacionais*. Tradução: Elisa Schreiner. São Paulo. Editora Expressão Popular, 2004.

EXPONOR – Feira Internacional do Porto. *Cosmética no Contexto Nacional e Internacional: monografia temática e setorial*. 2014. Arquivo Eletrônico. Disponível em: http://exponor.pt/documentos/feiras/2014/SIGMA_Monografia_Cosmetica_2014.pdf

FEYNMAM, Richard Phillips. (1959), *There's Plenty of Room at the Bottom, An Invitation to Enter a New Field of Physics*. Arquivo Eletrônico. Disponível em: <http://www.zyvex.com/nanotech/feynman.html>.

FUNDACIÓN OPTI – Observatorio de Prospectiva Tecnológica Industrial. *Aplicaciones industriales de las nanotecnologias em espana em El horizonte 2020*. Arquivo Eletrônico. Disponível em: <http://www.opti.org/publicaciones/pdf/resumen10.pdf>

FRIENDS OF THE EARTH. *Nanomaterials, sunscreens and cosmetics: small ingredients, big risks*. 2006. Arquivo Eletrônico. Disponível em: https://www.google.pt/search?q=%C3%89tica+e+Est%C3%A9tica+%E2%80%93+a+rela%C3%A7%C3%A3o+quase+esquecida&oq=%C3%89tica+e+Est%C3%A9tica+%E2%80%93+a+rela%C3%A7%C3%A3o+quase+esquecida&aqs=chrome..69i57.4720062j0j7&sourceid=chrome&es_sm=93&ie=UTF-8.

LECHUGA, Laura M. *Nanomedicina: ampliación de la nanotecnologia en la salud*. Centro de Investigación en Nanociencia y Nanotecnología (CIN2) Consejo Superior de Investigaciones Científicas. 9a edición del curso de Biotecnología Aplicada a la Salud Humana. Arquivo Eletrônico. Disponível em: http://www.amgen.es/doc3.php?op=biotecnologia9&ap=b9_nanomedicina.

LOUIS, Catherine Saint. *Up the Career Ladder, Lipstick In Hand*. In: The New York Times. 2011 Arquivo Eletrônico. Disponível em: http://www.nytimes.com/2011/10/13/fashion/makeup-makes-women-appear-more-competent-study.html?_r=1&

MARQUES, Manuel Rabelo. *Inovação na Gestão de Riscos*. Seminário Internacional de Riscos Ambientais. Centro de Investigacao em Ciencias do Ambiente e Empresariais – CICAIE. Arquivo Eletrônico Disponível em: <http://encontros.inuaf-studia.pt/gramb/Apresentacoes/files/ApresentGRAMbientais.pdf>

MARTINS, Paulo Roberto; DULLEY, Richard Domingues; RAMOS, Soraia de Fátima; outros. *Nanotecnologias na Indústria de Alimentos*. Arquivo Eletrônico. Disponível em: http://www.pucsp.br/eitt/downloads/vi_ciclo_paulomartins_marisabarbosa_nano_puc.pdf.

MAYNARD, Andrew D. *Nanotechnology: assessing the risks*. Arquivo Eletrônico. Disponível em: <http://www.web.pdx.edu/~pmoeck/phy381/nano%20risks.pdf>

MILLER, Giorgia. *Nanotecnologia nos Cosméticos e nos Produtos de Higiene Pessoal: ciência pequena, grandes desafios*. Arquivo Eletrônico. Disponível em: <http://www.fundacentro.gov.br/dominios/CTN/anexos/Nanocosmeticos.pdf>

NANOACTION. *Principios para la Supervisión de Nanotecnologías y Nanomateriales*. Arquivo Eletrônico. Disponível em: http://www.centerforfoodsafety.org/files/081403_icta_span_low_86441_82005.pdf

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. *Understanding Risk: Informing Decisions in a Democratic Society*. Washington. National Academy Press, 1996. Arquivo Eletrônico. Disponível em: <http://www.nihbrp.com/NEIDL%20Administrative%20Record/Misc%20Articles%20Regarding%20Risk/NRC%20Report%20understanding%20risk%201996.pdf>.

The Citizen's Guide to Nanotechnology: cosmetics. Arquivo Eletrônico. Disponível em: <http://communication.chass.ncsu.edu/citizenguidetonano/COSMETIC6.4.pdf>.

The Royal Society & The Royal Academy of Engineering. *Nanoscience and nanotechnologies: opportunities and uncertainties*. Londres, 2004. Arquivo Eletrônico. Disponível em: <http://www.nanotec.org.uk/report/Nano%20report%202004%20fin.pdf>.